

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

KATEDRA TEXTILNÍCH A JEDNOÚČELOVÝCH STROJŮ

2012/2013

Michal Strnad

studijní program B2341-Strojírenství

2302 R022 Stavba strojů

Kotoučové nůžky s mechanismem otáčení nože pomocí ozubeného převodu

Circular secateurs with the mechanism of rotation blade which using gear transmission

KTS-B059

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jozef Kaniok, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

Ing. Jaroslav Kopal, CSc.

Rozsah práce a příloh

Počet stran	49
Počet tabulek	8
Počet obrázků	38
Počet grafů	7

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení **Michal Strnad**
Studijní program B 2341 Strojírenství
Obor **2302 R022 Stroje a zařízení**
Zaměření Stavba strojů

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Kotoučové nůžky s mechanismem otáčení nože pomocí ozubeného převodu

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce doporučené metody pro vypracování)

1. Proved'te rešerši stávajících systémů ručních nůžek pro stříhání větví.
2. Zpracujte návrh a konstrukci modelu ručních kotoučových nůžek pro stříhání větví s mechanismem otáčení kotoučového nože pomocí ozubeného převodu s dvěma variantami převodů včetně výrobní dokumentace.
3. Navrhněte a konstrukčně zpracujte měřicí zařízení pro měření řezného odporu na navržených nůžkách.
4. Proved'te a vyhodno'te experimentální měření řezného odporu při stříhání, vliv otáčení kotoučového nože se dvěma převody pohonu kotoučového nože na předpokládané snížení řezného odporu a tím manuální síly pro přestřížení, ve srovnání s nožem bez rotace.

Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva: **30 stran formát A4**
- grafické práce: **Výrobní dokumentace modelu kotoučových nůžek a měřicího zařízení pro měření řezného odporu**

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

Seznam literatury: **katalogy a prospekty výrobců zahradních nůžek**

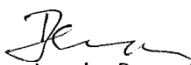
LENFELD, P...: Technologie II – 1. část, tváření kovů. Skripta, TU Liberec, prosinec 2005, 110 stran, ISBN 80-7372-020-5

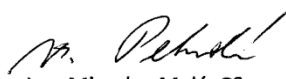
užitný vzor číslo 21703, "Mechanismus otáčení kotoučového řezacího nože"

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jozef Kaniok, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jaroslav Kopal, CSc.**




prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc.
vedoucí katedry


doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan FS

V Liberci dne 17.10.2012

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ). Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.



Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum:

Podpis:

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act. No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date

Signature

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jozefovi Kaniokovi Ph.D. za jeho podporu a poskytnutí odborných rad při vedení bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat katedře textilních a jednoúčelových strojů za poskytnuté prostředky na zhotovení této bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem, výrobou a experimentálním měřením prototypů kotoučových zahradnických nůžek s nuceným otáčením řezného kotouče. Nucené otáčení řezného kotouče je realizováno ozubeným převodem se dvěma různými převodovými poměry. Experimentálním měřením byl zjištěn vliv převodového poměru řezného kotouče na velikosti řezné síly. Dále byla posouzena kvalita střížné plochy ve srovnání s klasickými zahradnickými nůžkami. Byly navrženy a vyrobeny čtyři prototypy kotoučových nůžek. Se dvěma různými převodovými poměry a dvěma typy stříhu. Kotoučové nůžky byly navrženy jako dvousečné a jednosečné (kovadlinkové).

Klíčová slova:

Čepel, ozubený převod, kovadlinka, zámek, siloměr, zahradnické nůžky,

Abstract

This thesis deals with design, producing and experimentally testing the circular secateurs prototypes with forced rotation of circular blade. Forced rotation is realized by gears, with two different gears ratio. The objective is to determinate the influence of gear ratio of circular blade on the size of the cutting force. Another task is assessing quality of the cutting surface depending on the rotation of the blade. Four prototypes of rotation scissors were made with two different gears ratio and two types of cut.

Key words:

Blade, gear ratio, anvil, lock, dynamometer, secateurs,

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	9
Úvod	10
1. Nůžky na stříhání větví	11
1.1 Rozdělení nůžek na větve	11
1.1.1 Mechanické nůžky	12
1.1.2 Nůžky dvousečné	13
1.1.3 Jednosečné nůžky	14
1.2 Průzkum trhu	14
1.2.1 Nůžky mechanické jednoruční	15
1.2.2 Nůžky mechanické dvouruční	17
1.2.3 Nůžky akumulátorové	17
1.3 Bezpečnostní pojistka	19
1.3.1 Manuální odjištění	19
1.3.2 Automatické odjištění	20
2. Kotoučové nůžky	21
3. Návrh kotoučových nůžek	23
4.1 Převodové poměry	24
4.1.1 Menší převodový poměr	27
4.1.2 Vetší převodový poměr	30
4.2 Počet břitů	32
4.2.1 Dvousečné	32
4.2.2 Jednosečné nůžky	32
4. Návrh jisticího mechanismu nůžek s automatickým odjištěním	34
5. Měřicí zařízení pro měření řezného odporu	36
6. Praktické měření	38
6.1 Měření střížné síly	38
6.1.1 Vyhodnocení měření střížné síly	45
6.2 Hodnocení kvality stříhu	45
Závěr	48
Použité zdroje:	49
Seznam příloh	50

Seznam použitých zkratk a symbolů

Symbol	Popis	Jednotky
a	Osová vzdálenost	mm
d	Roztečná kružnice	mm
d_a	Hlavová kružnice	mm
d_f	Patní kružnice	mm
F	Střižná síla	N
F_{o1}	Obvodová síla na hnacím kole	N
F_{o2}	Obvodová síla na hnaném kole	N
F_s	Síla na stříhaný materiál	N
F_t	Tečná síla	N
i	Převodový poměr	-
I	Velikost převodu	-
L_1	Vzdálenost stříhaného materiálu od osy rotace	mm
L_2	Vzdálenost působíště síly ruky od osy rotace	mm
L_r	Délka rukojeti	mm
M_{KK}	Krouticí moment na řezném kotouči	N.m
n_1	Otáčky hnacího kola	Otáčky/sekundu
n_2	Otáčky hnaného kola	Otáčky/sekundu
PTFE	Polytetrafluorethylen	-
R_1	Poloměr hnacího kola	mm
R_2	Poloměr hnaného kola	mm
z_1	Počet zubů hnacího kola	-
z_2	Počet zubů hnaného kola	-
ω_1	Úhlová rychlost hnacího kola	rad/s
ω_2	Úhlová rychlost hnaného kola	rad/s

Úvod

Nůžky na stříhání větví jsou důležitým pomocníkem všech zahradníků. Na trhu se jich objevuje celá řada. Většina z nich funguje na principu jednoduchého pákového převodu, který zvětšuje sílu na čepelích nůžek. Slabinou těchto nůžek je jednak větší síla nutná na přestříhnutí větví a jednak kvalita střížné plochy, která není nejlepší. Důvodem problémů je síla, která působí pouze v jednom směru a to ve směru normály v místě dotyku. Názorný příklad je při řezání chleba, nebo salámu na kotoučovém kráječi. Pouhá jedna síla ve směru normály by musela být velmi velká a kvalita střížné plochy by nebyla dostatečná, proto se musí vykonávat dvě síly současně. Jsou to síly ve směru normály a tečny. Ty obstarává rotace kotouče. Zahradní kotoučové nůžky se dvěma směry řezání v současnosti nejsou. Tečný směr u zahradnických nůžek je částečně řešen tvarem čepelí. Tvar je srpovitý a je umožněn jenom částečný tzv. klouzavý střih. Povrch čepelí se navíc chemicky upravuje, aby se snížil koeficient tření při vnikání nože do dřeviny a nedocházelo k deformaci střížné plochy.

Cílem této práce je navrhnout a vyrobit zahradní nůžky s kotoučovým řezacím nožem a jeho nuceným otáčením pomocí ozubeného převodu. To by mělo zajišťovat kvalitnější řez a menší potřebnou sílu na přestřížení větve. Celkem se navrhne a vyrobí čtyři prototypy nůžek. Dvě varianty budou s menším převodem otáčení a dvě s větším. Dvoje nůžky budou dvousečné, to znamená, že se střížné čepele budou navzájem míjet a větev bude stříhaná oběma čelistmi, a dvoje jednosečné, kdy místo jedné čelisti bude kovadlinka, na kterou bude druhá čelist dosedat. K dispozici je užitný vzor 21703, přihlášen Technickou univerzitou v Liberci, který řeší nucené otáčení řezného kotouče pomocí lanka. Dalšími podklady pro práci budou katalogy a prospekty výrobců zahradních nůžek. Návrh konstrukce nůžek je usnadněn díky firmě ROSTEX, s.r.o., která poskytla plastové rukojeti. Kvůli těmto rukojetím je konstrukce zjednodušena, protože stačí navrhnout jednoduché trny, na které se tyto rukojeti nasadí. Firma zaslala také potřebou výrobní dokumentaci, podle které se jednotlivé trny zhotoví.

Na všech navržených a realizovaných nůžkách se provedou testy, které budou zjišťovat rozdíl ve střížné síle. Střížná síla bude měřena, když se řezný kotouč otáčí jednou nebo druhou rychlostí a když řezný kotouč stojí. Vše se porovná s klasickými pákovými nůžkami od značkových výrobců zahradnických nůžek.

Součástí této práce je také navrhnout měřicí přístroj, pomocí kterého lze měřit velikost střížné síly.

1. Nůžky na stříhání větví

Na trhu je nespočet druhů zahradních nůžek a zákazník si vybírá přesně ty, které se hodí pro jeho práci. Jiné bude potřebovat pěstitel bonsajů a jiné zahradník v ovocném sadu. Pro upřesnění je následující rozdělení:

1.1 Rozdělení nůžek na větve

- Mechanické
 - Jednoruční
 - Jednostupňové
 - Vícestupňové

}	Jednosečné
	Dvousečné
 - Dvouruční (na silné větve)
 - Pákové
 - S ozubeným převodem
 - Teleskopické

}	Jednosečné
	Dvousečné
- Akumulátorové
 - 3,6 V
 - 7,2 V
 - 24 V

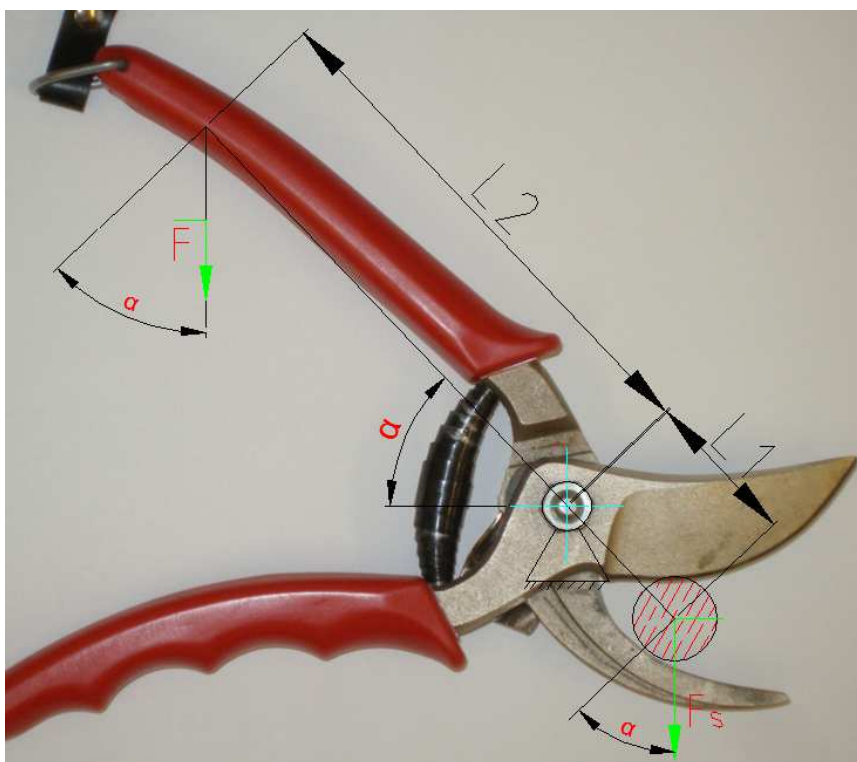
Volba nůžek

Volba nůžek záleží na účelu, ke kterému budou sloužit. Nejzásadnější volba je podle průměru stříhaných větví. Maximální průměr větví pro stříhání jednoručními nůžkami je 25 mm. Samozřejmě jimi lze ustříhnout i silnější větev, ale je to velmi náročné a unavuje to ruce. U větších průměrů větví je volba dvouručních nůžek zcela přijatelná. Dvouruční nůžky mohou být s ozubeným převodem, který ještě více zvyšuje střižnou sílu. Dalším kritériem je volba mezi jednosečnými a dvousečnými čepelemi. Jednosečné jsou vhodné na stříhání nežádoucích větví či suchých větví, protože při stříhání dosedá větev na kovádlíku a ostří na ni tlačí. To má za následek místní zmáčknutí větve a v tomto místě se řez špatně hojí, což je někdy nežádoucí. Proto se

jednosečné nůžky používají tam, kde kvalita střihu není tolik důležitá. Pro ještě menší pracovní zátěž existují vícestupňové nůžky. Ty umožňují silnější větev (do 20 mm jednoruční a do 50 mm dvouruční) ustříhnout na dva a více kroků a tím potřebnou sílu zmenšit. Další kritéria jsou závislá na uživateli. Ergonomické rukojeti, materiál rukojetí příjemný na dotek, vybraný design a cena nemá vliv na kvalitu střihu a potřebnou sílu při střihání. Cena také není určující, protože drahé nůžky nemusí být zrovna ty nejlepší.

1.1.1 Mechanické nůžky

Pracují na principu dvouramenné páky. Páka je jednoduchý mechanismus, který sestává z osy rotace, ramena zátěže a ramena síly. Páka se otáčí kolem osy otáčení, na rameno břemene působí síla od větve a na rameno síly působí člověk. Páka se využívá pro zmenšení síly, protože čím větší je poměr délek ramena síly a ramena břemene, tím menší je potřeba působící síla. Nůžky jsou dvě páky spojené kloubem. Na obr. 1 jsou zobrazeny mechanické nůžky s rozkreslenými silami. Spodní rukojeť (horní čelist) je rám a kolem čepu se otáčí horní rukojeť (spodní čelist). Uživatel na ni působí silou F . Střížná síla je díky pákovému převodu větší v závislosti na poměrech délky ramen.



Obr. 1 Princip pákového převodu [1]

Výpočet střížné síly u jednoduchých pákových nůžek:

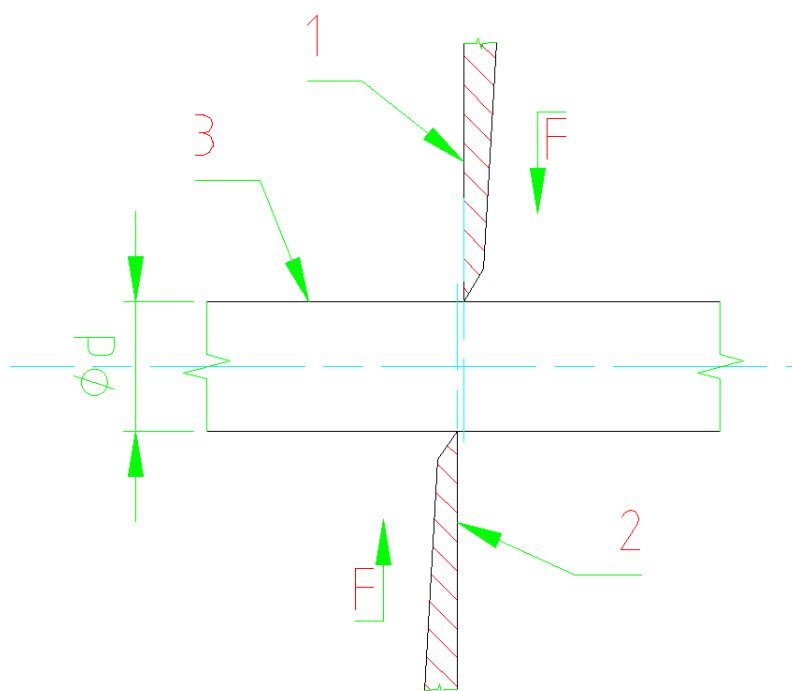
Momentová rovnováha z obr. 1.

$$F \cdot L_2 \cdot \cos \alpha = F_s \cdot L_1 \cdot \cos \alpha \quad (1.1)$$

$$F = F_s \cdot \frac{L_1}{L_2} \quad (1.2)$$

Z rovnice (1.2) vyplývá, že pokud bude vzdálenost stříhaného materiálu co nejbližší ose rotace, bude potřebná pracovní síla, vůči stejné střížné síle, malá. Nad tím se bude uvažovat i při návrhu kotoučových nůžek.

1.1.2 Nůžky dvousečné

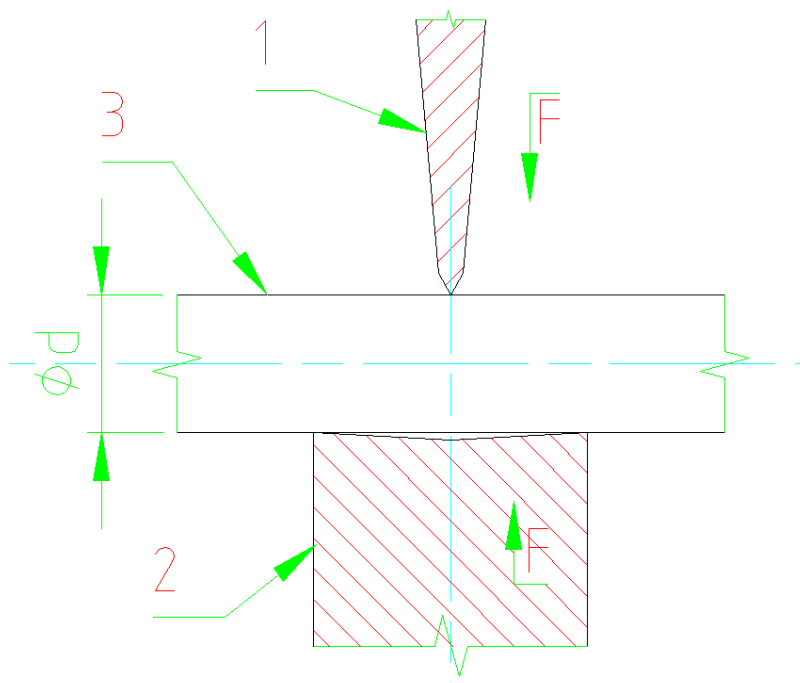


Obr. 2 schéma dvousečných nůžek [1]

U dvousečných nůžek obr. 2 je větev 3 stříhaná čepemi 1 a 2 současně. Čepele se během stříhu navzájem míjejí a tím se docílí kvalitního a přesného stříhu. Břity jsou náchylné na nečistoty a rychle se otupují. Proto není doporučeno stříhat s nimi kořeny rostlin. Obtížné je také jejich broušení. To musí být přesné, aby se nezvětšovala střížná mezera. Střížná mezera má největší vliv na kvalitu stříhu a velikosti střížné síly. Čím větší střížná mezera, tím horší kvalita střížné plochy, ale nižší střížná síla. Výhoda

dvousečných nůžek je ve kvalitní střižné ploše a možnosti stříhat větve v těsné blízkosti kmene.

1.1.3 Jednosečné nůžky



Obr. 3 Schéma jednosečných nůžek [1]

Jednosečné, neboli kovadlinkové nůžky obr. 3, jsou druhým základním typem nůžek. Při stříhání se střižné čelisti nemíjejí, ale jedna dosedá na druhou tzv. kovadlinku. Řezná čelist 1 opírá větev 3 o kovadlinku 2 a tím větev stříhá. Práce s jednosečnými nůžkami je méně namáhavá, než s nůžkami dvojsečnými. Nůžky jednosečné jsou méně náchylné na nečistoty a broušení břitu nemusí být tak přesné. Nevýhodou je špatná kvalita střižné plochy. Proto se především používají na suché, tvrdé a nežádoucí větve, u kterých kvalita řezu není důležitá.

1.2 Průzkum trhu

Trh nabízí velké množství zahradních nůžek. Bohužel nejde přesně říci, že ty nebo ony, jsou nejlepší. Každý zahradník si musí nůžky nejprve vyzkoušet, zda dobře pasují do ruky, jestli se na jeho vkus moc neotvírají, anebo jestli splňují další požadavky. Proto je dobré si vše vyzkoušet ve specializovaných prodejnách a vyhledat pro konkrétní osobu ty nejlepší. Nelze se dívat pouze na značku a cenu. I doba záruky vypovídá o tom, zda se výrobce za své zboží nestydí a nabízí opravdu kvalitu. Proto

v následujících příkladech není řečeno, které nůžky jsou nejlepší, ale jsou pouze předvedeny probrané typy nůžek a jejich výhody, popřípadě nevýhody.

1.2.1 Nůžky mechanické jednoruční

Jednoruční nůžky jsou nejběžnějšími a nejpočetnějšími nůžkami na trhu. U těchto typů nůžek se sleduje zejména jejich hmotnost, protože po celodenním stříhání je každý gram navíc znát. Dalším kritériem je trvanlivost ostří. Pokud se nůžky otupí za jeden den stříhání, tak jejich kvalita není moc dobrá. Nůžky by správně měly vydržet alespoň jednu sezónu bez broušení. Bezpečnostní pojistka, která drží nůžky pevně zavřené, by měla být na vhodném místě. A to, i když si nůžky vezme do ruky levák nebo pravák.

1.2.1.1 Jednostupňové

Nůžky toho typu bývají těmi nejjednoduššími. Stříhací mechanismus je realizován pomocí pákového převodu a větev je ustřižena v jednom kroku. Výrobci lákají zákazníky na ergonomické rukojeti, řeznou čelistí potaženou speciálním nepřilnavým povrchem, nejčastěji PTFE (polytetrafluorethylen) a spolehlivou zárukou až na 25 let. Mezi výhody také patří možnost výměny jakéhokoli dílu nůžek za náhradní.

1.2.1.1.1 Jednosečné



Obr. 4 jednosečné zahradní nůžky GARDENA [2]

Kovadlinkové zahradní nůžky GARDENA obr. 4 jsou díky ergonomicky tvarovaným rukojetím optimálně vhodné pro stříhání starších dřevnatých větví. Přesně broušená horní čepel je zhotovena z nerezové oceli a je potažena antiadhezním povlakem, který zajišťuje čistý stříh. Bezpečnostní zámek umožňuje zajistit nůžky v zavřeném stavu a bezpečně skladovat. Zámek je umístěn na horní rukojeti, kde je

snadno přístupný pro praváky i pro leváky. Tyto nůžky ustříhnou větev až do průměru 20 mm.

1.2.1.1.2 Dvousečné



Obr. 5 Dvousečné zahradní nůžky GARDENA [3]

Dvousečné zahradní nůžky GARDENA obr. 5 mají velmi úzkou hlavu, díky které lze stříhat popínavé rostliny a čerstvé dřevo. Pomocí rukojetí s proměnnou velikostí otevření lze nastavit úhel rozevření pro každou velikost ruky. Rukojeti jsou vyrobeny z pevného hliníku a jsou opatřeny měkkými prvky, které zaručují pohodlné stříhání. Řezné čelisti mají kvalitní nepřilnavý povrch, pod kterým se ukrývá pevná nerezová ocel.

1.2.1.2 Vícetupňové



Obr. 6 Vícetupňové jednoruční zahradní nůžky GARDENA [4]

Pomocí ráčnových nůžek obr. 6 lze snadno stříhat i silnější větve. Mechanismus PowerPlus umožňuje přestříhnutí větve ve třech krocích. Ovládání aktivace a deaktivace mechanismu je přístupnější pro praváky, ale bezpečnostní zámek je umístěn šikovně a je na dosah oběma palci. Pomocí těchto nůžek lze stříhat větve až do průměru 22 mm.

1.2.2 Nůžky mechanické dvouruční

Na silnější větve jsou jednoruční nůžky nevhodné, proto se volí nůžky dvouruční, které snadno přestříhnou větve až do průměru 50 mm. Opět jsou různé typy, velmi podobné nůžkám jednoručním. Mohou být jednosečné a dvousečné, jednostupňové a vícestupňové a zvláštností jsou obouruční nůžky převodové, které více zvyšují střížnou sílu.

1.2.2.1 Nůžky dvouruční převodové



Obr. 7 Dvouruční převodové nůžky dvousečné [5]

Na obr. 7 jsou dvousečné nůžky, které se používají na čerstvé a měkké dřevo. Dobře se drží díky měkkým návlekům, které jsou doplněny korkovými ploškami. Masivní držadla jsou zhotovena z hliníku velké pevnosti. Z tohoto důvodu jsou nůžky snadno přenosné a manipulace není obzvlášť náročná. Převodový mechanismus snižuje námahu při stříhání o 50% oproti běžným stejně velkým dvouručním nůžkám na větve.

1.2.3 Nůžky akumulátorové

Akumulátorové nůžky jsou výborným pomocníkem nejen pro zahradníky, ale především pro vinaře a majitele ovocných sadů, kteří stříhají tisíce větví denně. Stříhání větví je jednodušší a není tolik náročné na ruce. Na jedno nabití vydrží baterie mnohdy i přes tisíc stříhů, které jsou mechanickými nůžkami náročnější. Nevýhodou je jejich váha, která vždy překračuje hodnotu 500 gramů. To je více, než dvojnásobná hmotnost oproti klasickým mechanickým jednoručním nůžkám. Další velkou nevýhodou je cena. Za opravdu kvalitní a výkonné akumulátorové nůžky si výrobce naúčtuje přes 30 tisíc

korun. Rozdělení těchto nůžek není tak členité, jako u nůžek mechanických. Dělí se podle napětí akumulátoru. Platí, že čím větší napětí na akumulátoru, tím větší průměr větve lze ustříhnout. Dalším podstatným kritériem je počet stříhů na jedno nabití. Hodnota začíná na 450 a končí nad hranicí 10 000 stříhů na jedno nabití.



Obr. 8 Akumulátorové nůžky [6]

Akumulátorové nůžky obr. 8 patří mezi profesionální. Akumulátor má napětí 24V/3Ah a proto jsou nůžky schopny přestříhnout větev až do průměru 25 mm při rychlosti stříhu 0,4 s a přitom vydržet přes deset tisíc stříhů. Dlouhou životnost stříhacího mechanismu zajišťuje pojistka proti přetížení, která se aktivuje v případě stříhání velmi tvrdé větve. Velkou nevýhodou je váha, která bez baterie činí přesně 1 kg a akumulátor, který váží 2,4 kg, se musí se nosit kolem pasu.

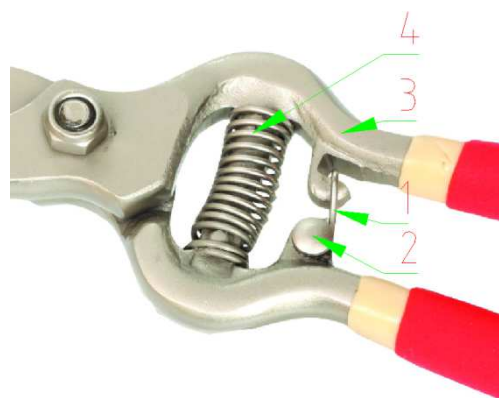
1.3 Bezpečnostní pojistka

Aby nedošlo při manipulaci s nůžkami k úrazu, musí být nůžky opatřeny bezpečnostní pojistkou, která udržuje nůžky v zavřeném stavu během jejich nepoužívání. Princip těchto pojistek je skoro všude stejný. Nůžky se zavřou a uživatel pootočí, nebo zasune zámek, který takto drží nůžky zavřené. Pro jejich opětovný provoz stačí se zámkem vykonat opačný pohyb, čímž se nůžky odjistí. Nebo stačí rukojeti nůžek trochu stisknout a zámek se sám uvolní. Takto řešené bezpečnostní zámkové mechanismy nejsou často k vidění, pokud ano, je zámek schován v prostoru nůžek a jeho princip není jednoduché zjistit. Proto je v této práci navrženo vlastní automatické odjištění nůžek při pouhém stisku rukojetí.

1.3.1 Manuální odjištění



Obr. 9 Manuální odjištění Felco [7]



Obr. 10 Manuální odjištění Eban [8]

Na obrázcích 9 a 10 lze vidět jednoduchý princip jištění nůžek s manuálním odjištěním. Dvojsečné nůžky na obr. 9 jsou vhodné pro pravou ruku, respektive pro pravý palec, protože jištění je tak přizpůsobeno. Zámek 1 se otáčí kolem osy šroubu 2, špička zámku zapadá do ozubeného kola 3, které zároveň slouží jako matice hlavního čepu nůžek. Ozubené kolo 3 je z druhé strany jištěno ozubeným hřebenem 4, který zabraňuje jeho povelu. Bohužel levý palec na jištění nedosáhne. Leváci musí buď vyhledat nůžky jiné, nebo tyto zajišťovat druhou rukou. Na obr. 10 je jištění řešeno jednodušeji a zámek lze ovládat levou i pravou rukou. V tomto případě představuje zámek očko vytvořené z drátku 1 a je chyceno nýtkem 2, kolem kterého se může volně otáčet. Očko zapadá do výstupku na horní rukojeti 3 a pružina 4, která se snaží nůžky otevřít, zajistí stabilní zajištěnou polohu.

Další jednoduché řešení bezpečného zajištění nůžek je na obrázcích 11 a 12. Jedná se o jeden typ nůžek, jen vyfocený z obou stran. Ovládání nůžek je opět navrženo pro pravou ruku. Aby se zabránilo pohybu horní rukojeti 1 vůči spodní rukojeti 2, je mezi nimi zámek 3. Zámek 3 má tvar válečku s osazením a je uložen v drážce horní rukojeti 1. Osazení zabraňuje vypadnutí zámku z jedné strany a ovládací prvek 4 zabraňuje vypadnutí na druhou stranu. Na obrázcích 11 a 12 je zámek v zajištěné poloze. Zámek 3 je zastrčen do vybrání v dolní rukojeti 2 a tím znemožňuje její rotaci kolem čepu 5. V odjištěné poloze musí být zámek 3 přidržován ve stabilní poloze, aby nedocházelo k samovolnému zajištění nůžek při střihání. K tomu slouží plech 6, který je v místě dotyku s ovládacím prvkem 4 ohnutý a plní funkci pružiny a přitlačuje osazení zámku 3 na horní rukojeť 1 a tím zabraňuje nechtěnému posunutí zámku 3 v drážce.



Obr. 11 man. odjištění BAHCO 1 [9]



Obr. 12 man. odjištění BAHCO 2[9]

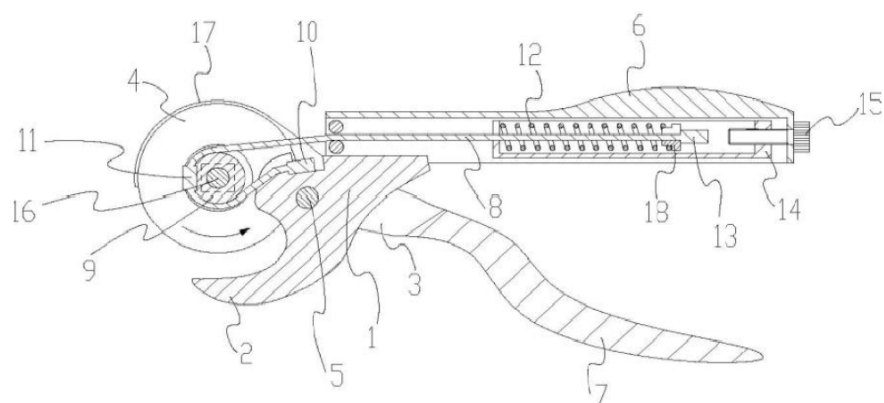
1.3.2 Automatické odjištění

Každé bezpečnostní jištění nůžek s automatickým odjištěním se stará o to samé, zajistit nůžky tak, aby se jedna rukojeť nepohybovala vůči druhé. K tomu slouží součást, zvaná zámek, která může mít libovolný tvar. Zámek je přidělán na jedné z rukojetí a v uzavřeném stavu zasahuje do pohybu druhé rukojeti. Aby uvolnění v pohybu druhé čelisti bylo automatické, musí tam být pružina, která v případě opětovného zmáčknutí rukojetí, vše odjistí.

2. Kotoučové nůžky

Při stříhání klasickými mechanickými pákovými nůžkami tlačí čelisti na stříhaný materiál a tím se materiál stříhá. Síla působí ve směru normály k ostří v bodě, kde dosedá nůž. V jiných, než zahradnických odvětvích, je při stříhání použit i posuv nože v tečném směru. To zajišťuje lepší střižnou plochu a snazší ustříhnutí materiálu. Využití v praxi je ke stříhání velkých vrstev papíru, jako jsou například knižní vazby, kde je vyžadováno přestříhnutí velkého množství papíru s velmi kvalitní střižnou-řeznou plochou. Další využití je při řezání chleba, salámu apod. na ručním, nebo elektrickém kotoučovém kráječi, kdy pouhý tlak řezaného materiálu na kotoučový nůž by nestačil k uříznutí. Aby došlo ke kvalitnímu řezu, musí se kotouč otáčet. Tento systém stříhání-řezání pomocí kotoučového řezného kotouče může mít také vliv na snížení střižné síly a zkvalitnění řezné plochy při stříhání větví ručními zahradnickými nůžkami.

Dosavadní zahradnické nůžky jsou založeny na principu vtlačování ostří čepele do stříhaných větví. Síla působí pouze v normálovém směru v místě stříhu. Na velikosti normálové síly závisí několik faktorů. Především úhel břitu řezných čelistí. Čím menší úhel, tím menší potřebná síla. Jenomže úhel břitu se nemůže neustále zmenšovat, protože břit je pak tenký a může dojít k jeho nižší životnosti a deformaci. Dalším vlivem je povrchová úprava břitu čepele. Nejčastěji je čepel potažena vrstvou PTFE. Částečnou tečnou sílu se výrobci snaží docílit srpovitým tvarem horní čepele a tím snížit potřebnou střižnou sílu. Uvedená myšlenka řezného kotoučového nože byla využita v užitném vzoru 21703 obr. 13 přihlášeném Technickou univerzitou v Liberci, který slouží na stříhání větví. Tyto zahradnické nůžky mají jednu čelist nahrazenou řezným kotoučem 4, který se při stisknutí rukojetí 6 a 7 otáčí a vniká do stříhaného materiálu. Tím vzniká potřebná tečná síla. Nucené otáčení kotouče je zajišťováno ocelovým lankem 8.

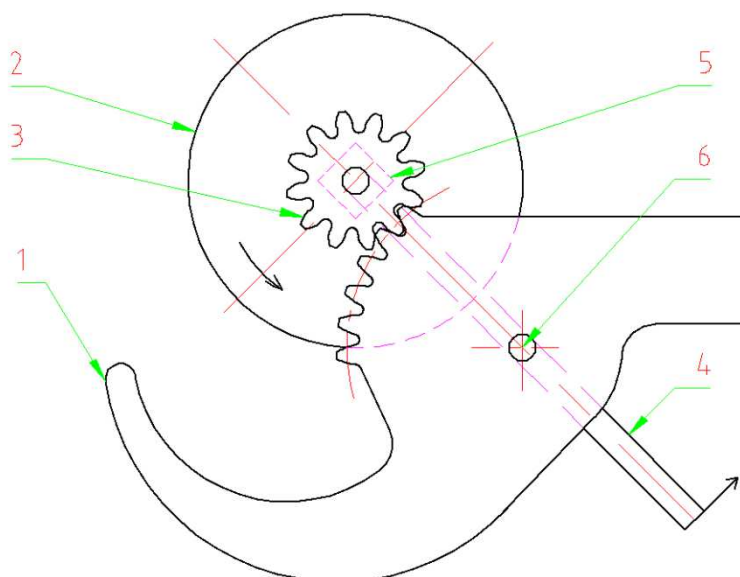


Obr. 13 Užitný vzor 21703 - kotoučové nůžky [10]

Cílem této práce je navrhnout a zkonstruovat kotoučové nůžky s nuceným otáčením řezného kotouče při stříhání pomocí ozubeného převodu. Otáčení kotoučového nože bude zajišťovat ozubený převod se dvěma variantami převodových poměrů a jednou variantou, kdy se kotouč otáčet nebude. Součástí práce je také praktické měření střížné síly s navrženými kotoučovými nůžkami na různých typech dřevin a s různými převodovými poměry. Různé převodové poměry by měly ukázat, zda je nucené otáčení řezného kotouče prospěšné a jestli dojde k žádanému snížení střížné síly. Jak velké jsou tečné síly v závislosti na převodovém poměru, budou vysvětleny v následující kapitole.

3. Návrh kotoučových nůžek

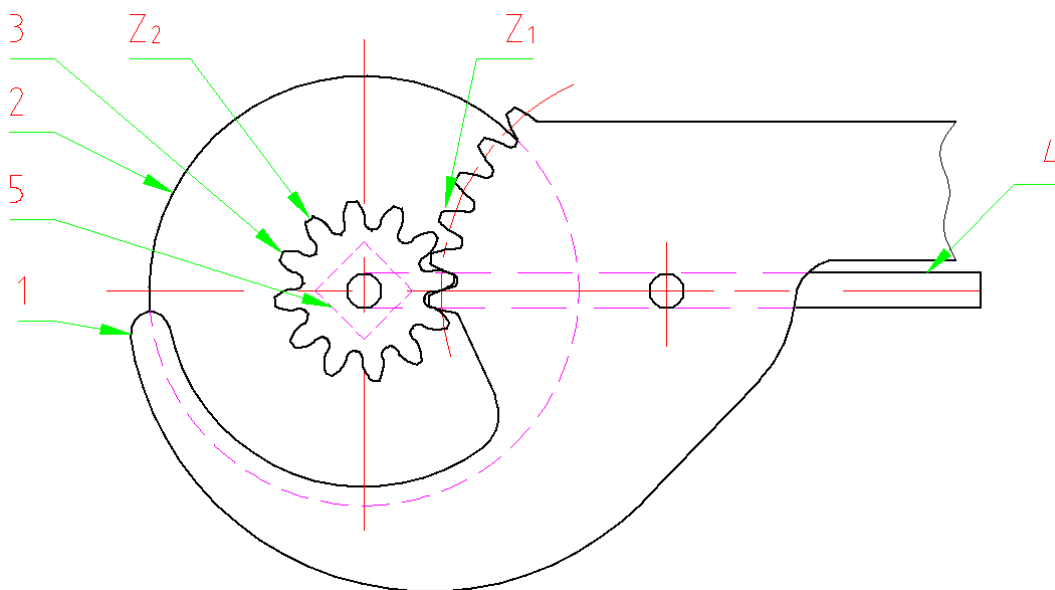
Při realizaci kotoučových nůžek se nahradí jedna řezná čelist řezným kotoučem, který má na sobě pevně nasazené ozubené kolo. Ozubené kolo, které slouží zároveň jako unašeč pro řezný kotouč, musí být při stisknutí rukojetí odvalováno po ozubeném hřebenu druhé čelisti, protože jinak nedojde k otáčení řezného kotouče.



Obr. 14 Schéma kotoučových nůžek - zavřený stav [1]

Na obr. 14 je jednoduché schéma kotoučových nůžek. Základem je spodní čelist 1 a řezný kotouč 2. Horní čelist zde byla nahrazena třemi součástkami, kterými jsou: ozubené kolo 3, řezný kotouč 2 a spodní rukojeť 4. V náboji řezného kotouče 2 je vsazen čtyřhran 5, který je součástí ozubeného kola 3. Prostřednictvím čtyřhranu 5 je řezný kotouč 2 poháněn. Ozubené kolo 3 je rotačně připevněno ke spodní rukojeti 4. Spodní rukojeť 4 a spodní řezná čelist jsou spojeny čepem 6 a mohou se kolem něj volně otáčet. Tvarová vazba mezi ozubeným hřebenem na čelisti 1 a ozubeným kolem 3 umožňuje rotaci řezného kotouče 2 při stlačování rukojeti spodní čelisti 1 a spodní rukojeti 4, jak je znázorněno šipkami. Opětovné rozevření nůžek zajistí pružina, která je vsazena do plastových rukojetí.

Aby došlo k přestřižení větve, musí se řezný kotouč 2 míjet se spodní čelistí 1. Proto je rádius řezného kotouče 2 větší, než rádius ostří řezné čelisti 1. Na obr. 15 je schéma nůžek v zavřeném stavu, kde je rozdíl rádiusů patrný.



4.1 Převodové poměry

Převodový poměr

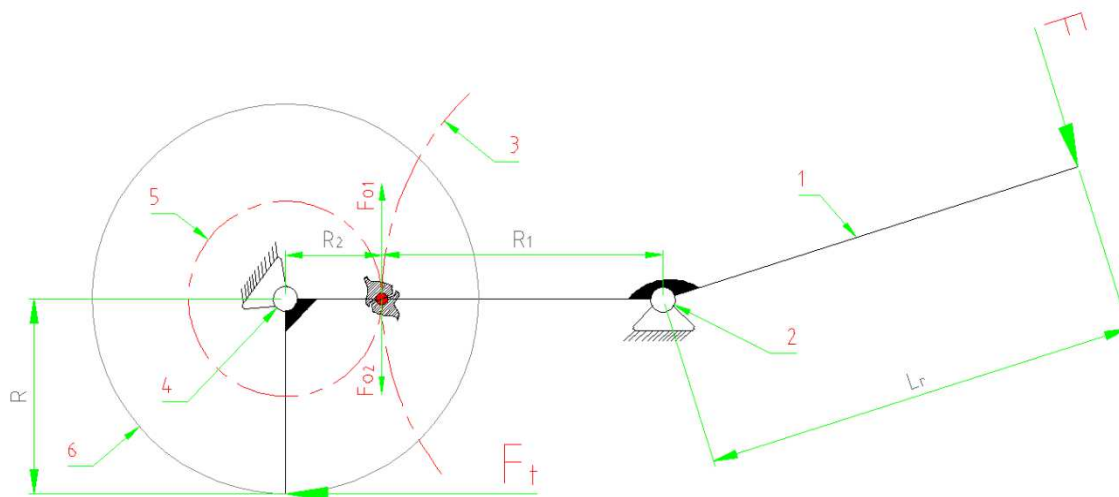
$$i_{1,2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (4.1)$$

Vztah vychází z předpokladu, že ozubená kola v záběru mají stejnou obvodovou rychlost a nedochází k prokluzu. V literatuře se také uvádí veličina zvaná velikost převodu I . Ten se vypočítá jako převrácená hodnota převodového poměru i .

$$I = \frac{1}{i_{1,2}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2} \quad (4.2)$$

24

této práci se počítá s převodovým poměrem z rovnice (4.1). To znamená, pokud bude převod do rychla, bude hnací kolo větší, než kolo hnané a převodový poměr bude menší než 1.



Obr. 16 Schéma k výpočtu krouticího momentu [1]

Schéma pro výpočet krouticího momentu je na obr. 16. Silou F na prvku 1 působí uživatel svoji rukou a přenáší krouticí moment přes hlavní čep otáčení 2. Prvek 1 je pevně spojen s ozubeným hřebenem na spodní čelisti. Roztečná kružnice ozubeného převodu je zobrazena čerchovanou čarou 3. Místo, kde se dotýkají dva zuby, je označeno červeným bodem a působí tam obvodová síla F_o . Síla F_o přenáší krouticí moment z ozubeného hřebene 3 přes čep 4 na ozubené kolo znázorněné čerchovanou kružnicí 5 a ozubené kolo 5 přenáší krouticí moment na řezný kotouč 6.

Výpočet krouticího momentu na řezném kotouči

$$F \cdot L_r = F_{o2} \cdot R_1 \quad (4.3)$$

$$F_{o1} \cdot R_2 = F_t \cdot R \quad (4.4)$$

$$F_{o1} = F_{o2} \quad (4.5)$$

dosazení (4.5) do rovnice (4.4)

$$F_{o2} \cdot R_2 = F_t \cdot R \quad (4.6)$$

vyjádření F_{o2} z rovnice (4.3)

$$F_{o2} = \frac{F \cdot L_r}{R_1} \quad (4.7)$$

dosazením rovnice (4.7) do rovnice (4.6) vyjde hledaný krouticí moment na řezném kotouči M_{kk} .

$$M_{kk} = F_t \cdot R = \frac{F \cdot L_r \cdot R_2}{R_1} \quad (4.8)$$

Důležitá je také tečná síla F_t , která je potřebná na přeříznutí větve. Tečnou sílu F_t dostaneme vyjádřením z rovnice 4.8

$$F_t = \frac{F \cdot L_r \cdot R_2}{R_1 \cdot R} = \frac{F \cdot L_r \cdot i_{1,2}}{R} = \frac{M_{kk}}{R} \quad (4.9)$$

Z rovnice 4.9 vyplývá, že čím menší hnací ozubené kolo 3, tím je menší potřebná střížná síla F při stejné tečné síle F_t . Tečná síla F_t potřebná na přeříznutí-přestřihnutí je při stejném řezaném materiálu a průměru vždy stejná. Jsou dva způsoby, jak zajistit potřebnou tečnou sílu F_t . Jedna možnost je zvyšováním střížné síly F za konstantního převodu, nebo za konstantní střížné síly F měnit převodové poměry. Výhodnější je zvolit vhodný převodový poměr $i_{1,2}$. Z rovnice 4.9 vyplývá, čím větší převodový poměr $i_{1,2}$, tím menší potřebná střížná síla F při konstantní tečné síle F_t .

Teoreticky, při nekonečně malém ozubeném kole 5 z obr. 13 by byl na řezném kotouči 2 nekonečně malý moment a sebemenší tečná síla by řeznému kotouči 2 nedovolila jeho volné otáčení a ke stříhání-řezání by nedošlo. Vychází se z rovnice (4.8) která udává závislost velikosti krouticího M_{kk} momentu na poloměru ozubeného kola R_2 .

$$M_{kk} = F_t \cdot R = \frac{F \cdot L_r \cdot R_2}{R_1} = \frac{F \cdot L_r \cdot 0}{R_1} = 0 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow F_t = 0 \text{ N}$$

Závislost střížné síly na tečné síle neboli převodovém poměru, může být jakákoliv. Proto jsou zvoleny dvě různé varianty převodových poměrů a jedna varianta, kdy při stříhání nedochází k otáčení řezného kotouče. Následně se všechny varianty nůžek otestují. Během měření bude zjištěna závislost převodových poměrů na velikosti střížné síly.

4.1.1 Menší převodový poměr

S menším ozubeným kolem z_2 se kotouč při stříhání otočí o větší úhel, než s větším ozubeným kolem z_2 . To znamená, že nůž "víc" řeže. Na druhou stranu při převodu do rychla, to je s menším ozubeným kolem, se teoreticky zvyšuje nežádoucí střížná síla. Je to způsobeno velikostí tečné síly, která je konstantní pro stejný řezaný-stříhaný materiál.

Parametry:

Tabulka 1 Výpočty menší převodový poměr [1]

Parametr	Ozubené kolo	Ozubený hřeben
Modul m	1,25 mm	
Počet zubů	12	38
Roztečná kružnice d	15 mm	47,5 mm
Hlavová kružnice d_a	17,5 mm	50 mm
Patní kružnice d_f	11,875 mm	44,375 mm
Osová vzdálenost	31,25 mm	
Převodový poměr $i_{2,1}$	0,316	
Velikost převodu I	3,167	

Výpočty:

Index 1 - hnací, index 2 - hnané

Roztečná kružnice:

$$\text{Ozubené kolo : } d_2 = z_2 * m = 12 * 1,25 = 15 \text{ mm}$$

$$\text{Ozubený hřeben: } d_1 = z_1 * m = 38 * 1,25 = 47,5 \text{ mm}$$

Hlavová kružnice:

$$\text{Ozubené kolo: } d_{a2} = d_2 + 2h_a = 15 + 2 * 1,25 = 17,5 \text{ mm}$$

$$\text{Ozubený hřeben: } d_{a1} = d_1 + 2h_a = 47,5 + 2 * 1,25 = 50 \text{ mm}$$

Patní kružnice:

$$\text{Ozubené kolo: } d_{f2} = d_2 - 2h_f = 15 - 2 * 1,25 * 1,25 = 11,875 \text{ mm}$$

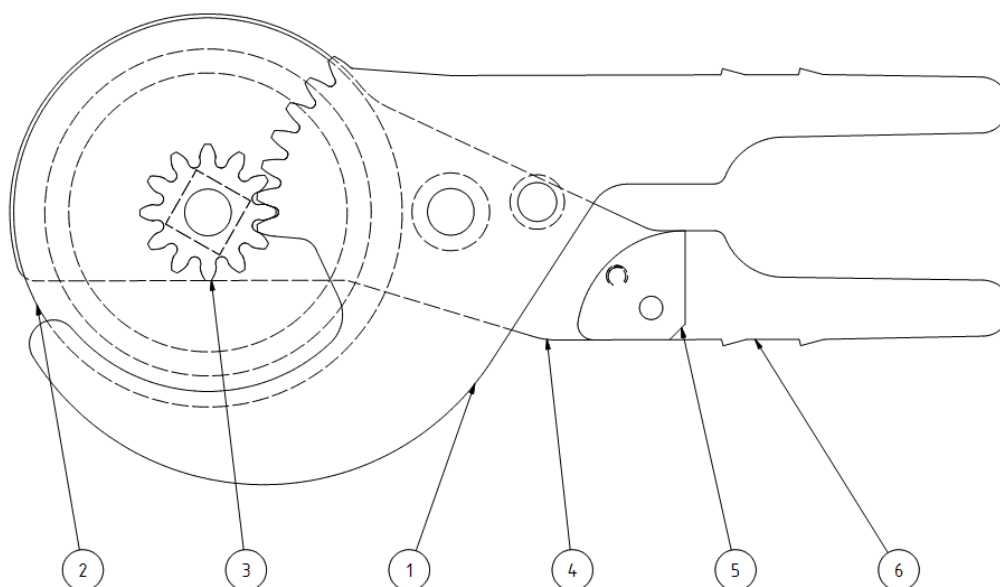
$$\text{Ozubený hřeben: } d_{f1} = d_1 - 2h_f = 47,5 - 2 * 1,25 * 1,25 = 44,375 \text{ mm}$$

Osová vzdálenost:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{15 + 47,5}{2} = 31,25 \text{ mm}$$

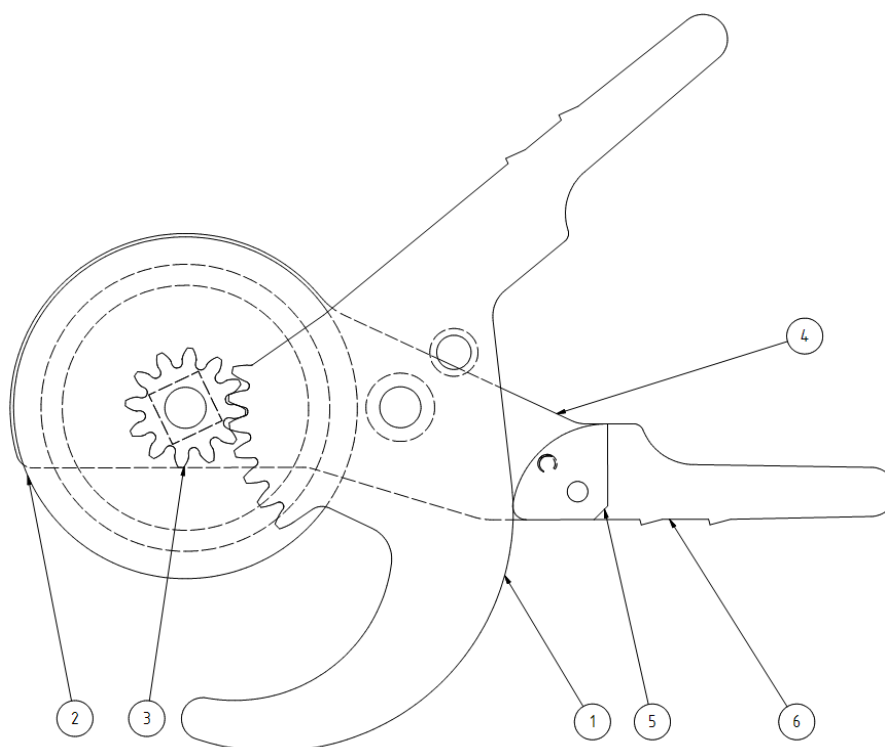
Převodový poměr:

$$i_{1,2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{12}{38} = 0,316$$



Obr 17 výkres sestavy kotoučových nůžek - dvousečné menší převodový poměr

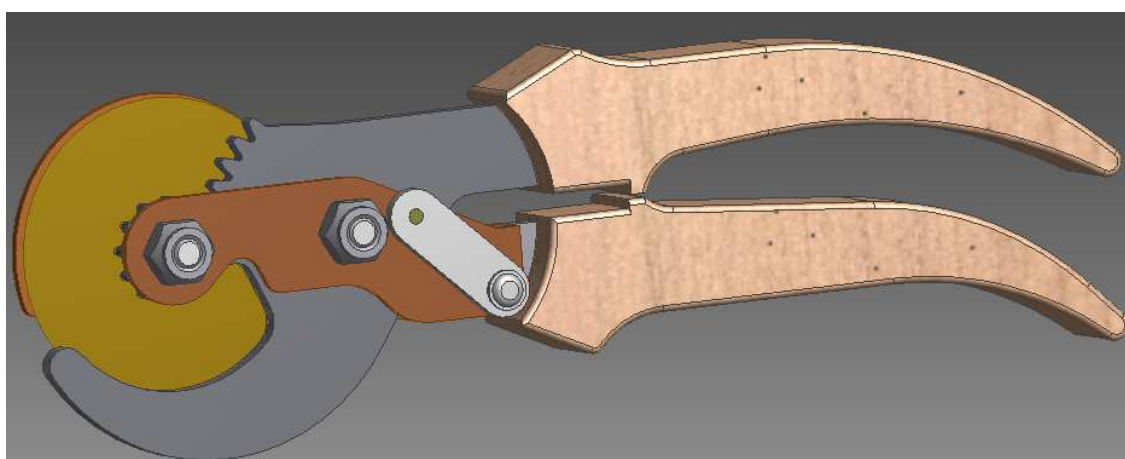
Na obr. 17 je zobrazen výkres sestavy kotoučových nůžek s převodovým poměrem. Aby byly vidět ozubená kola a výkres byl přehlednější, není ve výkresu zobrazen kryt ozubeného kola a jistící mechanismus. Na řezné čelisti 1 není vymodelováno celé ozubené kolo, ale jen ozubená výseč, protože při stříhání by zbytek ozubení nebyl využíván. Maximální úhel rozevření nůžek je 40°. Většímu rozevření zabráňuje distanční plech 5 a trn 6. Aby docházelo k čistému řezu a větev nebyla místně zmáčknuta ozubeným kolem, nebo krytem na ozubené kolo, musí se stříhat větve do průměru 14 mm. Při stříhání větších průměrů nebude plně využito řezného kotouče, větev bude přitlačována na spodní čelist 1 a přestříhnutí větve bude zabráněno.



Obr. 18 Výkres kotoučových nůžek s menším převodovým poměrem - otevřené [1]

Na obr. 18 je otevřený stav nůžek. Je vidět, že ozubená výseč na spodní čelisti 1 je využita do posledního zubu a zároveň spodní čelist 1 dosedá na distanční plech 5, který nedovoluje větší rozevření.

3D model vytvořený v programu Inventor 2012 je zobrazen na obr. 19. Takto vypadá i skutečný prototyp nůžek, jen barva je u všech kovových součástí stejná. Ve 3D modelu jsou barvy součástí různé, aby byly vidět přechody mezi jednotlivými



Obr. 19 Model nůžek s menším převodovým poměrem - zavřené [1]

prvky. Na modelu je jistící mechanismus v zavřeném (zajištěném) stavu (bude vysvětleno dále). Model obsahuje i plastové rukojeti od firmy Rostex s.r.o. ve kterých je vsazena pružina na otevírání nůžek.

4.1.2 Větší převodový poměr

Parametry:

Tabulka 2 Výpočty větší převodový poměr [1]

Parametr	Ozubené kolo	Ozubený hřeben
Modul m	1,25 mm	
Počet zubů	25	25
Roztečná kružnice d	31,25 mm	31,25 mm
Hlavová kružnice d_a	33,75 mm	33,75 mm
Patní kružnice d_f	28,125 mm	28,125 mm
Osová vzdálenost	31,25 mm	
Převodový poměr $i_{2,1}$	1	

Výpočty:

Index 1 - hnací, index 2 - hnané

Roztečná kružnice:

$$\text{Ozubené kolo} : d_2 = z_2 * m = 25 * 1,25 = 31,25 \text{ mm}$$

Hlavová kružnice:

$$\text{Ozubené kolo: } d_{a2} = d_2 + 2h_a = 31,25 + 2 * 1,25 = 33,75 \text{ mm}$$

Patní kružnice:

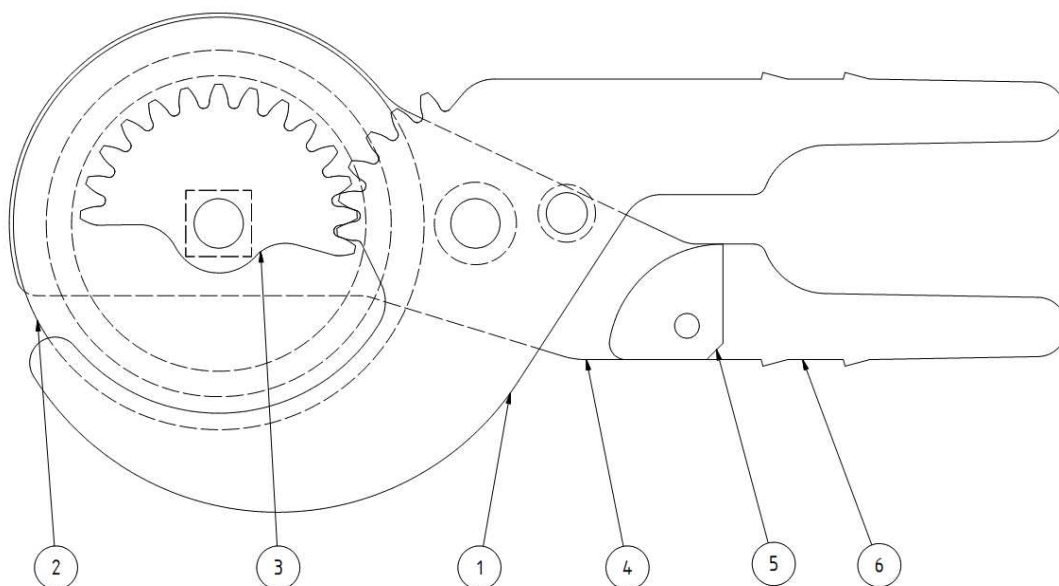
$$\text{Ozubené kolo: } d_{f2} = d_2 - 2h_f = 31,25 - 2 * 1,25 * 1,25 = 28,125 \text{ mm}$$

Osová vzdálenost:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{31,25 + 31,25}{2} = 31,25 \text{ mm}$$

Převodový poměr:

$$i_{1,2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{25}{25} = 1$$

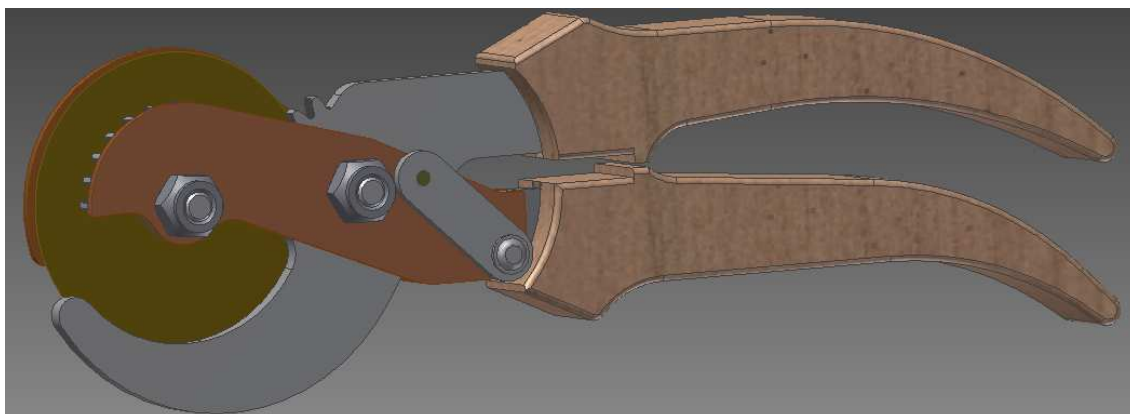


Obr. 20 Výkres kotoučových nůžek s větším převodovým poměrem - zavřené [1]

Výkres kotoučových nůžek s větším převodovým poměrem obr. 20. Ozubené kolo je skoro z poloviny uříznuto, aby nepřekáželo při stříhání a využil se z větší části řezný kotouč. V tomto případě se mezi ozubené kolo 3 a spodní čelist 1 vejde také větev o maximálním průměru 14 mm, aniž by došlo ke stlačování větve ozubeným kolem 3, nebo krytem na řezný kotouč 4.

Na obr. 21 je 3D model nůžek s větším ozubeným kolem. Vše bylo vytvořeno co nejjednodušeji, aby většina dílů byla stejných. Rozdíl mezi nůžkami s větším převodovým poměrem a menším převodovým poměrem je pouze ve třech součástkách. Jsou to: ozubené kolo 3, řezná čelist 1 a kryt na ozubené kolo.

Obě varianty převodových poměrů jsou jednosečné i dvousečné. U jednosečných se musí dodržet maximální velikost stříhané větve, protože jinak se větev nebude stříhat, ale bude se mačkat mezi kovadlinkou a ozubeným kolem.



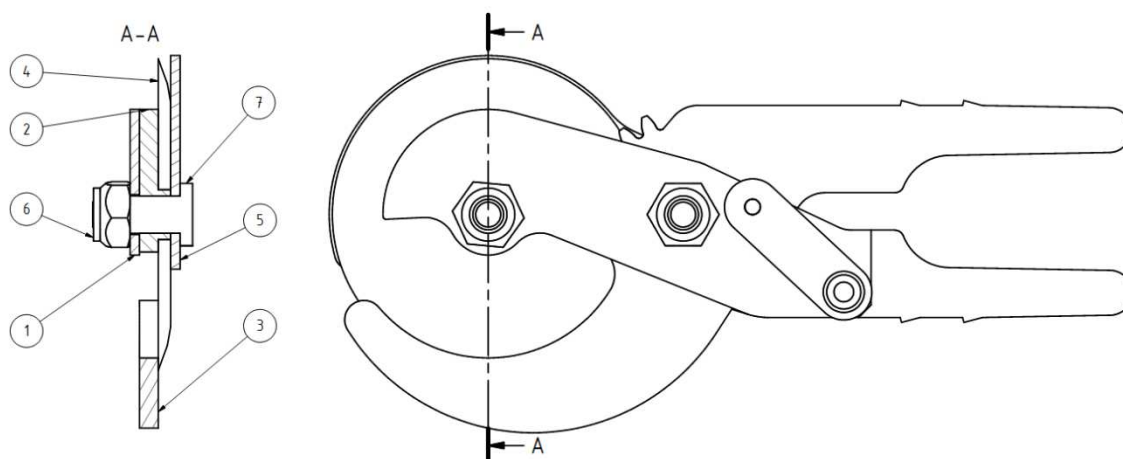
Obr. 21 Model nůžek s větším převodovým poměrem - zavřené [1]

4.2 Počet břitů

Úkol je vytvořit nůžky se dvěma variantami stříhání. Jednosečné a dvousečné.

4.2.1 Dvousečné

Dvousečné nůžky jsou na konstrukci trochu jednodušší, než nůžky jednosečné. Obě řezné čepele se při stříhání navzájem míjejí. Bez řezného kotouče je vše vyřezáno laserem z nerezových plechů a sestaveno dohromady. Řezný kotouč je vysoustružen a poté zakalen, aby vydržel ostrý dostatečnou dobu.

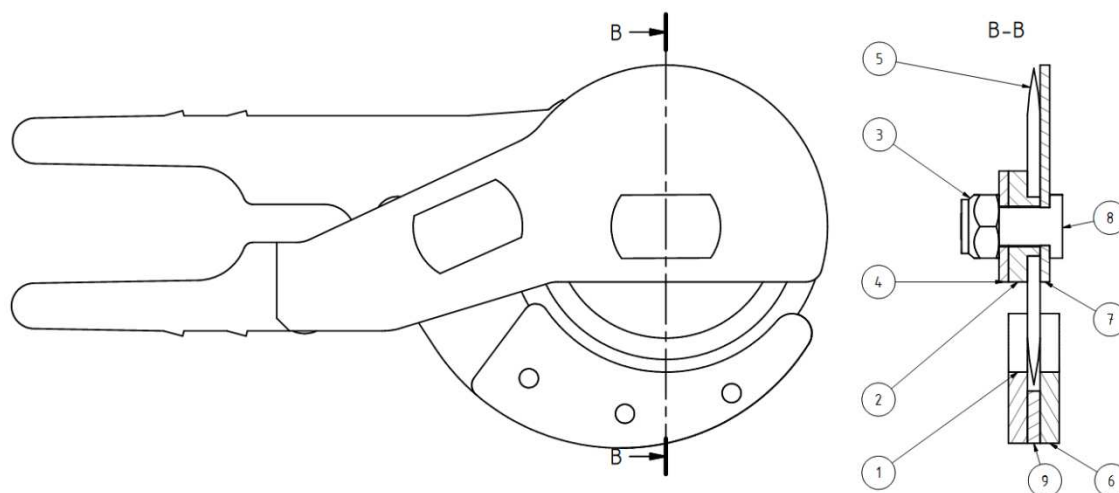


Obr. 22 Výkres dvousečných nůžek s větším převodovým poměrem [1]

Na obr. 22 je zobrazen výkres dvousečných nůžek, kde je také znázorněn řez v místě stříhání.

4.2.2 Jednosečné nůžky

Jednosečné nůžky musí mít dosedací plochu, na kterou se budou větve pokládat. Dosedací plocha nesmí být tvrdší, než řezný kotouč, protože jinak se řezný kotouč rychle otupí. U těchto nůžek je dosedací plocha z duralu a je přinýtována třemi nýty k řezné čelisti.

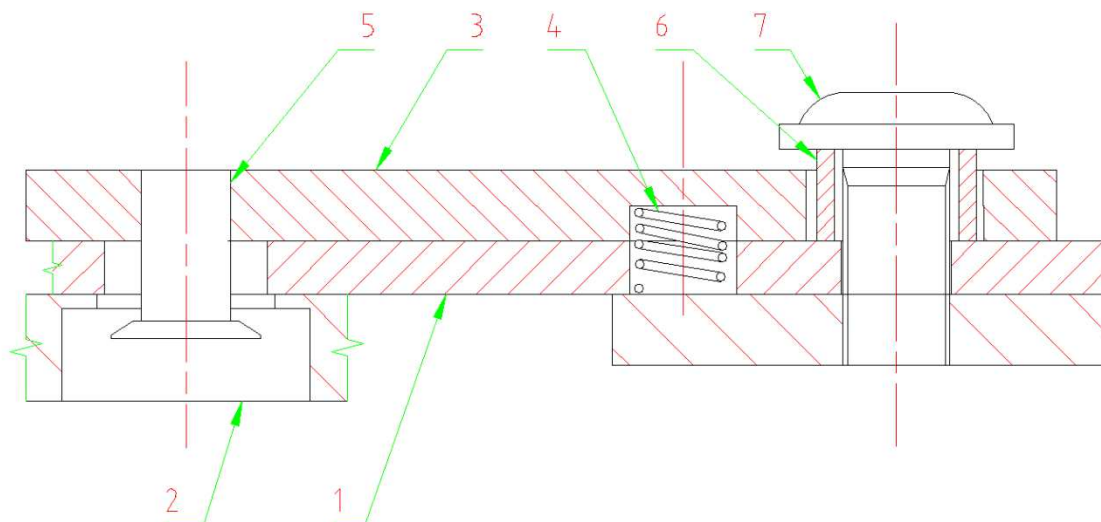


Obr. 23 Výkres jednosečných nůžek s menším převodovým poměrem [1]

Na obr. 23 je výkres jednosečných nůžek. Při stříhání se větev musí položit na tzv. kovadlinku. Aby se celá řezná čelist 1 nemusela řezat z 8mm plechu a pak z větší části zbrousit, přinýtuje se k ní kovadlinka. Kovadlinka je složena ze dvou částí: dosedací plochy 6 a výplně 9. Dosedací plocha 6 je z nerezové oceli a slouží k držení větve během stříhání. Mezi řeznou čelistí 1 a dosedací plochou 6 je duralová výplň 9. Řezný kotouč 5 zajíždí mezi dosedací plochu 6 a řeznou čelist 1. Tím je zajištěno úplné uštížení větve. Při úplném zavření nůžek je mezi kotoučem 5 a duralovou výplní 9 1mm mezera z důvodu eliminace otupení kotouče 5 v případě pádu nůžek na zem. Čelist se může trochu ohnout, aniž by se dotkla kotouče.

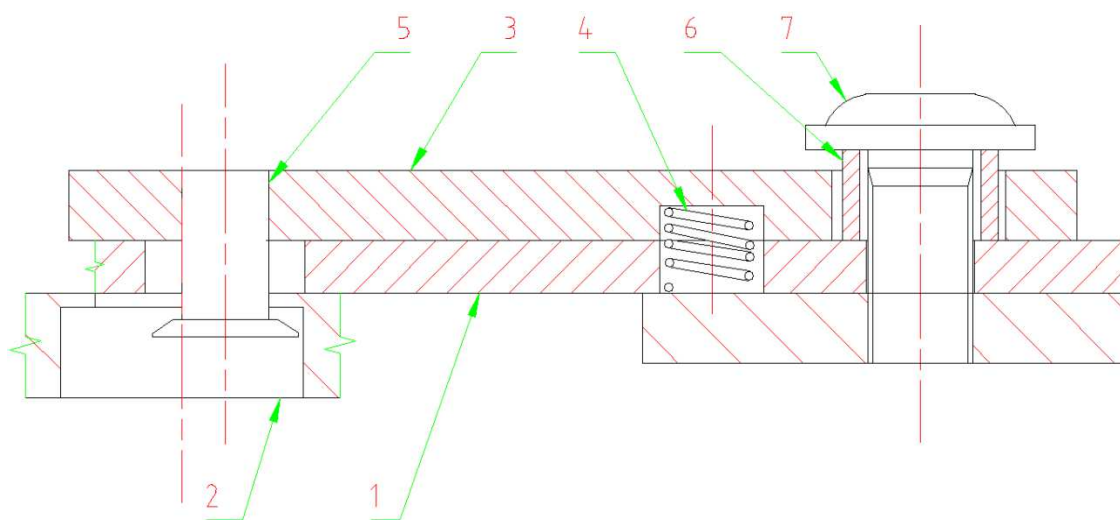
4. Návrh jistícího mechanismu nůžek s automatickým odjištěním

Na obr. 24 je schéma bezpečnostní pojistky s automatickým odjištěním. Součást 1 je horní čelist a součást 2 je spodní čelist. Tyto dvě součásti jsou při stříhání vůči sobě



Obr. 24 bezpečnostní pojistka s automatickým odjištěním (zavřený stav)[1]

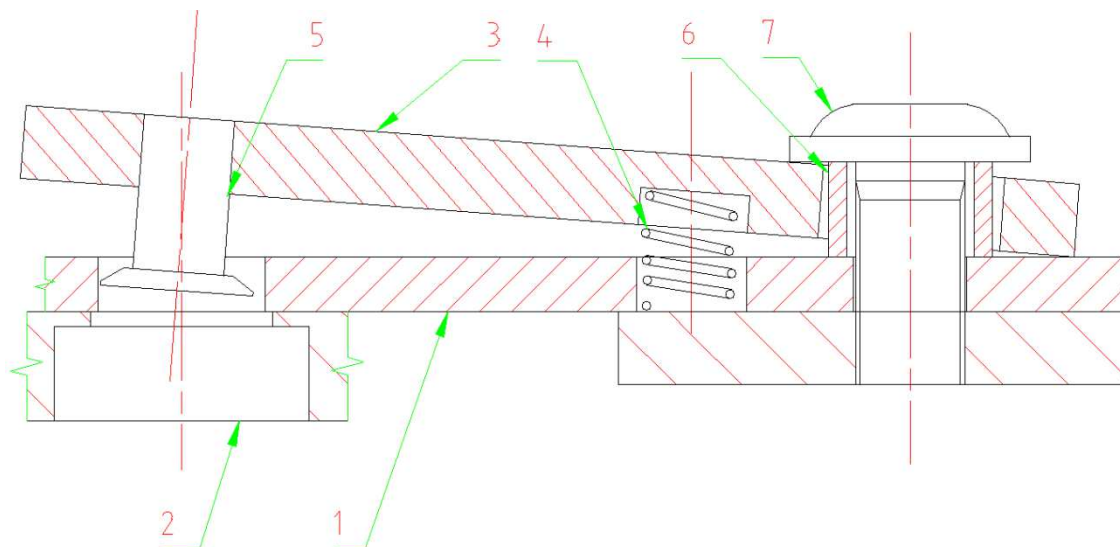
v pohybu. Ve spodní čelisti 2 je osazená díra, do které uživatel vsune zámek 5. Ten je pevně chycen v nosném plechu 3. Nosným plechem 3 se vše ovládá. Z jedné strany je přidržován šroubem 7, který dovozuje pohyb nosného plechu 3 pouze v axiálním směru. Tento stav nastane, když se nůžky zavřou a zamáčkne se nosný plech 3. Po uvolnění rukojetí má spodní čelist snahu pohybu vůči horní čelisti. Pohne se



Obr. 25. Bezpečnostní pojistka s automatickým odjištěním (zajištěný stav) [1]

o 1,4 mm a vnitřní plocha díry spodní čelisti 2 narazí do zámku 5 a nůžky pomocí osazené díry drží pevně zavřené. To je předvedeno na obr. 25. Pro odjištění se musí opět stisknout rukojetí. Pružina 4 zajistí rychlé odjištění a opětovnou provozní

schopnost nůžek. Mezeru mezi hlavou šroubu 7 a nosným plechem 3 zajišťuje rozpěrný kroužek 6. Mezera tam být musí, aby se nosný plech 3 mohl kolem osy šroubu 7 volně pohybovat a zajistit funkčnost pojistky. Mezera nesmí být moc velká, protože díra v horní čelisti 1 slouží také jako vedení celého jistícího mechanismu a při vypadnutí zámku z díry se může mechanismus zničit. Nejcitlivější na přesnost je pružina 4, která se snadno zničí. Rozpěrný kroužek 6 umožňuje pevné dotažení šroubu 7. Kdyby tam nebyl, šroub 7 by byl volný a mohl během používání nůžek a pojistky vypadnout.



Obr. 26 Bezpečnostní pojistka s automatickým odjištěním (otevřený stav) [1]

Na obr. 26 je otevřený stav jistícího mechanismu. Šroub 7 brání většímu sklonu nosného plechu 3 a případnému vypadnutí zámku 5 z díry v horní čelisti 1.

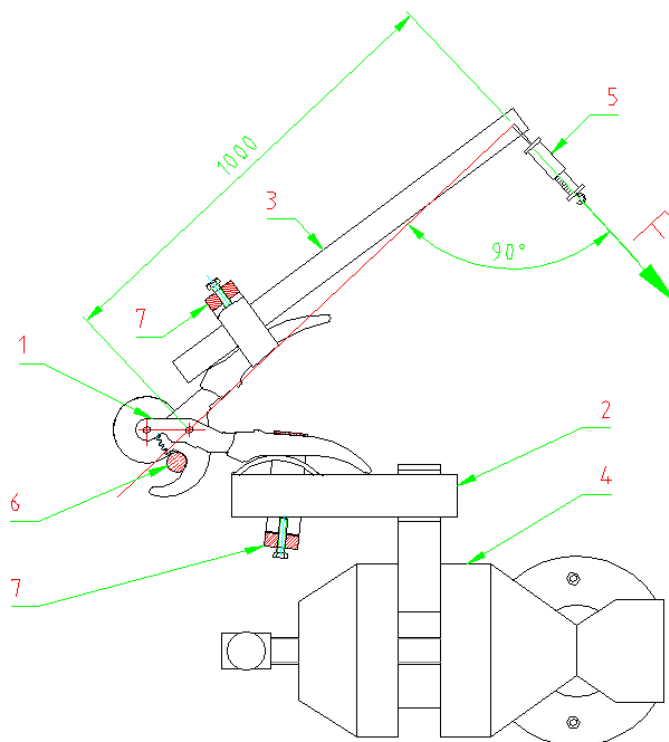
Na zhotovených nůžkách (obr. 27) lze vidět umístění pojistky. Poloha je v zamčeném stavu a vykazuje nedostatek. Nůžky jsou trochu rozevřené.



Obr 27. Nůžky kotoučové [1]

5. Měřicí zařízení pro měření řezného odporu

Zařízení pro měření řezného odporu měří sílu, kterou musí uživatel vykonat na ustřížení větve. Hlavním cílem je porovnat rozdíly střížných sil při otáčení řezného kotouče se dvěma rychlostmi otáčení a variantou bez otáčení řezného kotouče. Aby při stříhání nedocházelo k otáčení řezného kotouče, musí se nahradit ozubené kolo unašečem, který bude držet ozubené kolo v jedné pozici. Výsledky se mezi sebou porovnají a zjistí se, o kolik se řezná síla liší mezi nůžkami kotoučovými a nůžkami běžně dostupnými na našem trhu.



Obr. 28 Měřicí zařízení [1]

Měřicí zařízení obr. 28 je tvořeno sedmi součástkami. Hlavní součást jsou kotoučové nůžky 1. K jedné rukojeti je připevněna páka 3 a k druhé rukojeti je přidělán držící člen 2, který rukojeť pevně drží. Držící člen 2 je pomocí svěráku 4 pevně zajištěn a jsou k němu připevněny nůžky 1 pomocí jistícího členu 7. Jistící člen 7 je tvořen ohnutým pásovým plechem, který na konci přivařen k železnému hranolu s vnitřním závitem. Stejný jistící člen drží i druhou rukojeť pevně k páce 3. Cíla sestava na držení nůžek 1 je zobrazena na obrázku 29.

Měření bude probíhat v horizontální poloze, aby byla eliminována nepřesnost měření způsobena vahou páky 3. Protože je páka 3 podložena podstavou, aby nedošlo k ulomení nůžek vlivem tíhy páky 3, musí se změřit síla potřebná na uzavření nůžek bez vložené větve. Tato hodnota se následně odečte od naměřené střížné síly. Měření bude probíhat takto:

Větev 6 o zvoleném průměru se vloží do nůžek 1 a táhne se za siloměr 5. Siloměr 5 začne ukazovat hodnoty síly, opíše se ta největší hodnota, která se na displeji zobrazí. Měření stejného průměru větve se bude u každého typu nůžek provádět 12 krát. Výsledkem bude 12 hodnot. Největší a nejmenší hodnoty se budou ignorovat. Ze zbylých deseti hodnot se vypočítá průměr potřebné síly na přestřížení konkrétního průměru větve, která se vynese do grafu. Pro každý typ nůžek bude volen soubor dvou typů dřevin pokaždé se čtyřmi průměry větví. Měření bude prováděno na všech typech kotoučových nůžek a na jednom typu pákových nůžek Fiskars kvůli porovnání střížných sil za stejných podmínek.



Obr. 29 sestava na držení nůžek při měření [1]

6. Praktické měření

Při měření střížné síly jsou výsledky ovlivněny nekonstantními vlastnostmi dřeva v jedné větvi. Tato nehomogenita dřeva je způsobena nerovnoměrnou stavbou dřeva. Jedná se o výskyt vad dřeva. Těmito vadami mohou být suky, smolníky a odklony vláken. V důsledku této nehomogenity, má dřevo relativně široký rozptyl vlastností ve srovnání s kovy a plasty. Aby se tyto vlivy co nejvíce eliminovaly, měření se 12 krát opakuje a nejvyšší hodnota a nejnižší hodnota ze souboru se zanedbá.

6.1 Měření střížné síly

Praktické měření střížné síly kotoučových nůžek a nůžek Fiskars bylo prováděno na dvou typech dřevin. Na javoru a olši. Měření začínalo od nižších hodnot průměrů větví, aby bylo zabráněno případnému zničení nůžek na větvi s velkým průměrem.

První měření bylo prováděno na nůžkách Fiskars P90. Tyto nůžky patří mezi nejlepší, které firma Fiskars nabízí. Jde o nůžky pákové dvousečné.

Tabulka 3 naměřené hodnoty: nůžky Fiskars

Typ nůžek	Fiskars P90							
Typ dřeviny	Javor				Olše			
Ø větve [mm]	6	9	11	14	8	10	12	16
Střížná síla[N]	5,03	8,58	12,98	16,71	4,30	6,94	11,28	18,93

Při měření na nůžkách kotoučových se objevil značný problém u nůžek s menším převodovým poměrem tzv. do rychla. Nůžky nebyly schopné přestříhnout větve silnější než 8mm, proto s nimi bylo provedeno pouze jedno měření a poté byly z testu vyřazeny. Při stříhání silnějších větví se plastové rukojeti ohýbaly a hrozilo jejich ulomení. Vada nebyla zapříčiněna chybnou konstrukcí nůžek, ale chybnou konstrukcí upínacího mechanismu, kdy rukojeti nekopírovali přesně upínací členy, a mohly se při působení velkých momentů ohýbat. Nůžky jsou jinak plně funkční a v ruce se dají silnější větve, za působení větších sil, přestříhnout.

Tabulka 4 a 5 naměřené hodnoty: kotoučové nůžky dvousečné

Typ dřeviny	Javor											
Typ nůžek	Kotoučové nůžky dvousečné											
Druh stříhu	bez převodu				malý převodový poměr				velký převodový poměr			
Ø větve [mm]	6	6,8	8	8,5	5,5	6,5	7	7,5	6	8	10	11,5
Střížná síla [N]	2,76	3,65	4,19	4,60	2,95	3,70	4,47	5,33	2,47	3,38	6,92	7,89

Strom	Olše											
Typ nůžek	Kotoučové nůžky dvousečné											
Druh stříhu	bez převodu				malý převodový poměr				velký převodový poměr			
Ø větve [mm]	6	6,5	7,5	8,5	5,5	6	7	8	5,5	8	10	13
Střížná síla [N]	1,65	2,32	3,95	5,16	3,18	3,35	4,48	5,17	1,80	2,70	5,5	9,36

Z tabulky 5 si lze všimnout, že rozdíl mezi velkým ozubeným kolem a malým ozubeným kolem je docela velký. Zatímco u velkého ozubeného kola stačí na přestřížení síla 2,7 N, u malého ozubeného kola je tato hodnota skoro dvojnásobná.

Tabulka 6 a 7 naměřené hodnoty: kotoučové nůžky jednosečné

Strom	Javor											
Typ nůžek	Kotoučové nůžky jednosečné											
Druh stříhu	bez převodu				malý převodový poměr				velký převodový poměr			
Ø větve [mm]	6	6,8	7,5	8	-	-	-	-	6	7	8	9
Střížná síla [N]	3,02	3,97	4,58	4,98	-	-	-	-	3,15	3,60	4,00	5,87

Strom	Olše											
Typ nůžek	Kotoučové nůžky jednosečné											
Druh stříhu	bez převodu				malý převodový poměr				velký převodový poměr			
Ø větve [mm]	5,5	7	7,5	8	-	-	-	-	6,5	7	8	10
Střížná síla [N]	1,98	2,97	3,64	4,48	-	-	-	-	2,96	3,49	5,13	8,24

V tabulkách 3 až 7 jsou uvedeny hodnoty potřebných sil s odečtenou hodnotou síly naprázdno, jsou tak eliminovány nežádoucí síly jako jsou síly od pružiny nebo tření mezi jednotlivými částmi nůžek a podpory a je sledována pouze střížná síla.

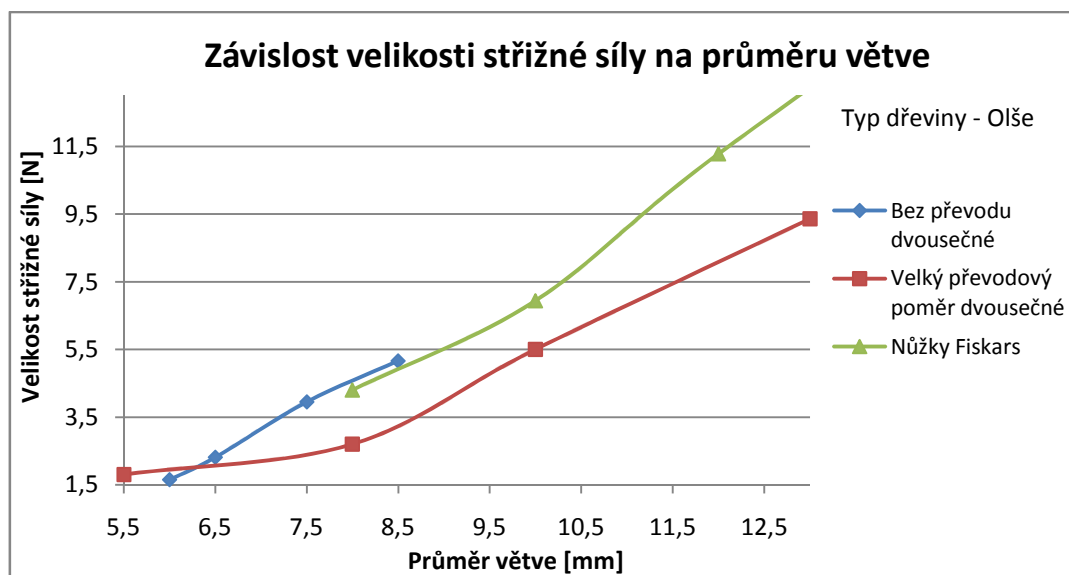
Tabulka 8 hodnoty sil naprázdno

Typ nůžek	Síla stříhu naprázdno [N]
Fiskars P90	2,90
Kotoučové velký převodový poměr dvousečné	0,98
Kotoučové malý převodový poměr dvousečné	1,47
Kotoučové bez převodu dvousečné	0,79
Kotoučové velký převodový poměr jednosečné	1,03
Kotoučové bez převodu jednosečné	1,07

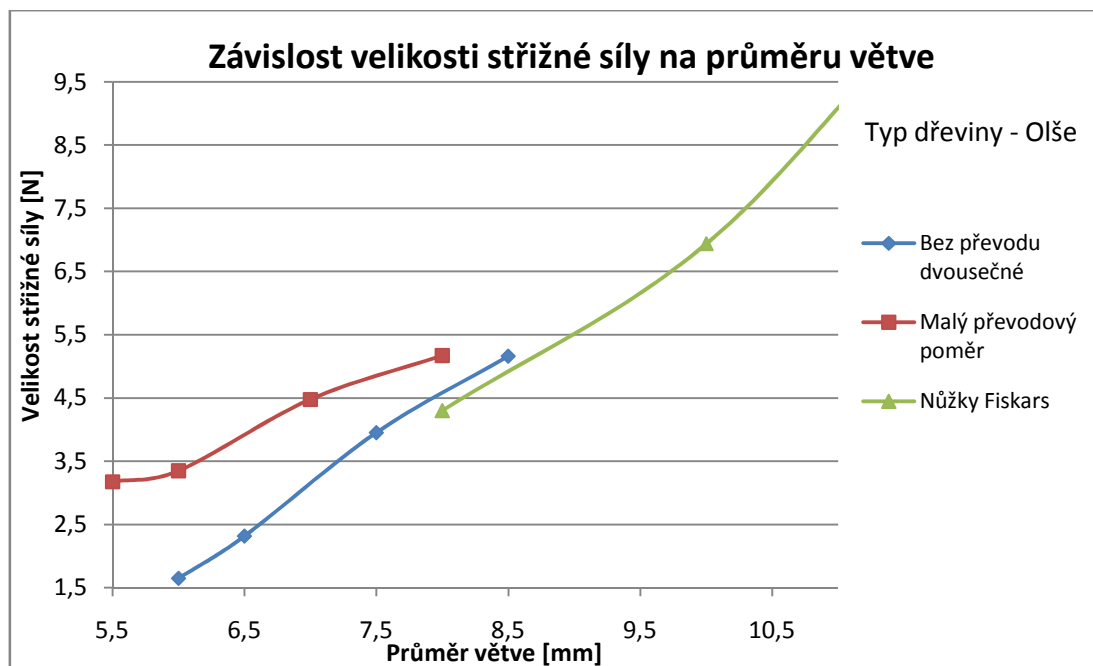
Pro zpřehlednění jsou všechny hodnoty řezných sil zaneseny do grafů. Grafy jsou rozděleny podle dřevin a podle typů nůžek a zobrazují vliv průměru stříhané větve na velikosti střížné síly.

Typ dřeviny: Olše

Porovnání jednotlivých převodových poměrů a varianty bez převodu vzhledem k nůžkám pákovým Fiskars je zobrazeno v grafu 1 a 2. Všechny tyto nůžky jsou ve variantě dvousečné.

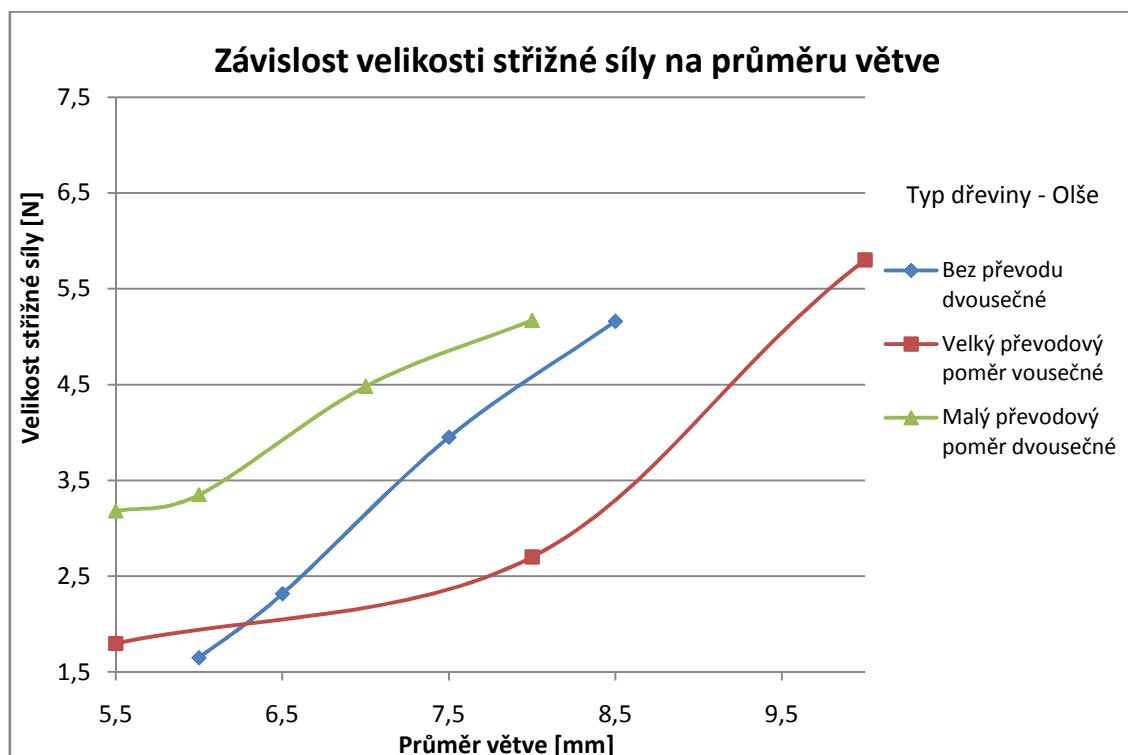


Graf 1: Olše, nůžky dvousečné



Graf 2: Olše, nůžky dvousečné

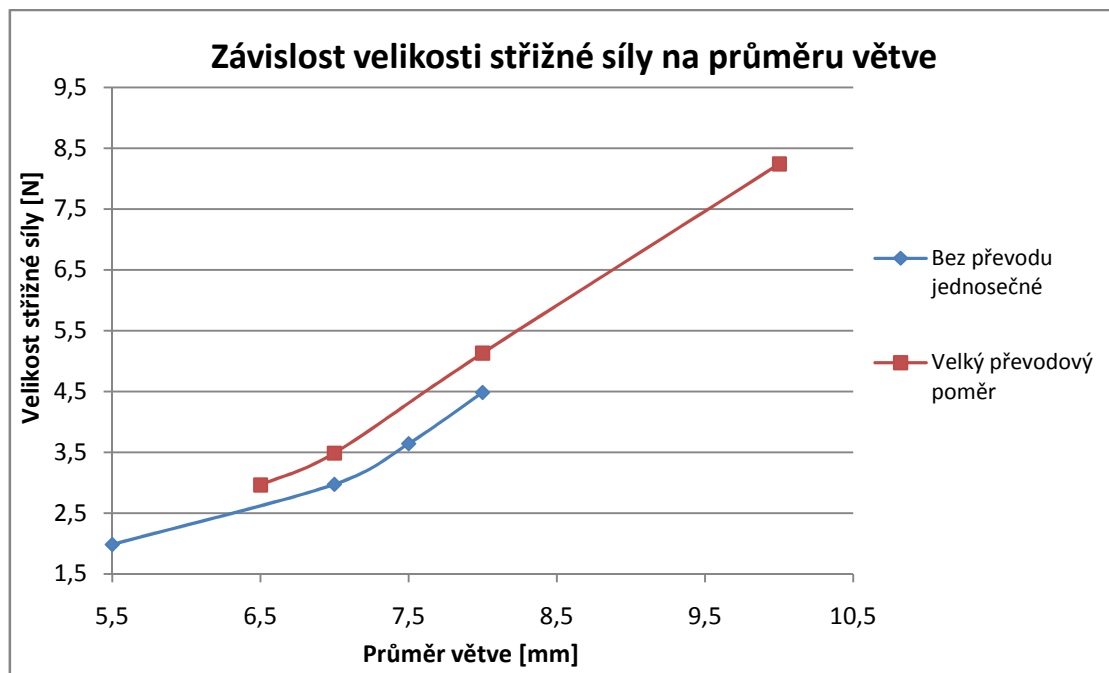
Nejlépe si vedly nůžky s velkým převodovým poměrem, u kterých, jako jediných, byly naměřeny nižší hodnoty než u nůžek pákových Fiskars. Naopak nůžky s nejvyššími naměřenými hodnotami sil byly s malým převodovým poměrem. Tento převodový poměr ve variantě jednosečné testován nebyl.



Graf 3: Olše, porovnání jednotlivých převodových poměrů

Jednotlivé porovnání převodových poměrů a varianty bez převodu (bez otáčení kotouče) je zobrazeno v grafu 3. Z naměřených hodnot lze usoudit, že nucená rotace kotouče má příznivý vliv na velikosti střížné síly. Naopak nepříznivý vliv má špatně volený převodový poměr.

Varianta nůžek jednosečné:

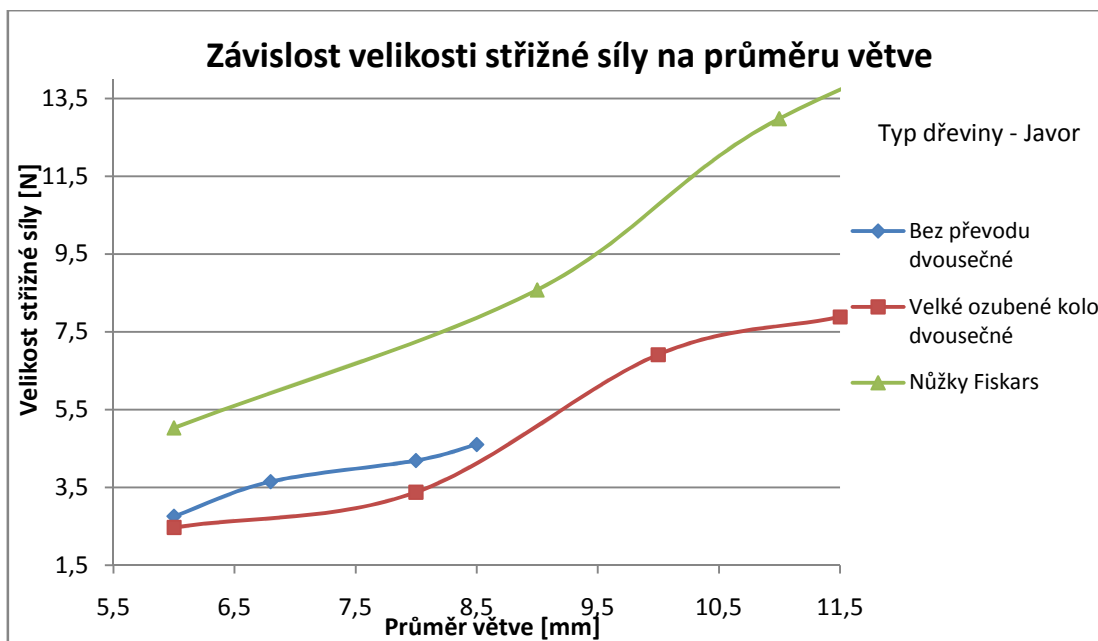


Graf 4: Olše, porovnání jednotlivých převodových poměrů jednosečné

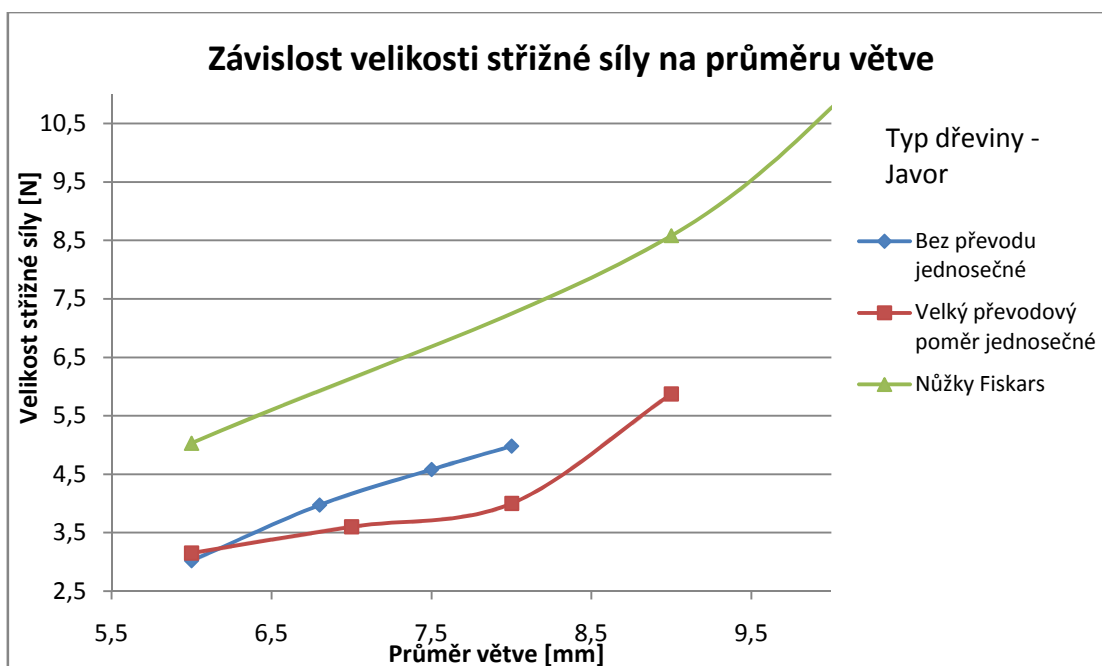
U jednosečných nůžek je porovnání s nůžkami Fiskars jen orientační, protože pákové nůžky Fiskars jsou dvousečné. Při nuceném otáčení kotouče jsou hodnoty u nůžek s převodem nad hodnotami varianty bez převodu. Při vtlačování kotouče do dřeva je větev opíraná z obou stran a nemůže se uvolnit. To má za následek stlačování nože větví z obou stran a proto je pro kotouč složitější rotace, než přestřížení bez rotace.

Typ dřeviny: Javor

Zatímco u stříhání olše byly výsledky přibližně stejné, u stříhání javoru dopadly všechny kotoučové nůžky lépe, než nůžky pákové Fiskars. Nejlépe opět dopadly kotoučové nůžky s velkým převodovým poměrem dvousečné, které měly místy potřebnou střížnou sílu poloviční. Nejhorší z kotoučových nůžek dopadly opět nůžky s malým převodovým poměrem dvousečné. To dokazuje, že vhodný převodový poměr má velký vliv na potřebnou střížnou sílu. Výsledky zkoušek jsou zobrazeny v grafech 5 a 6.

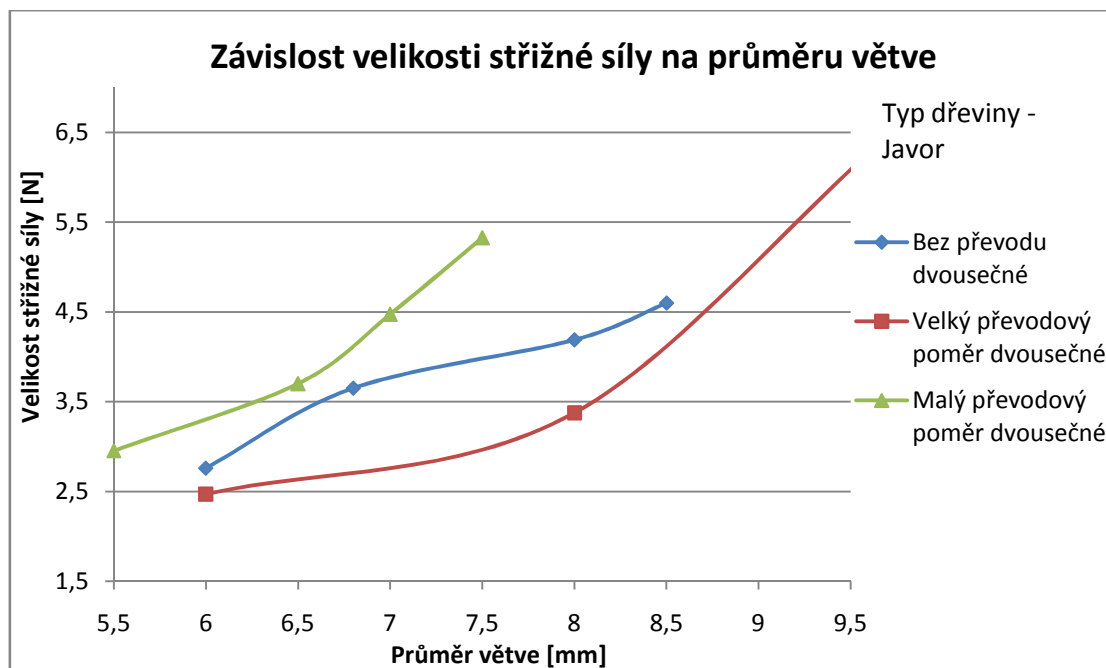


Graf 5: Javor: nůžky dvousečné



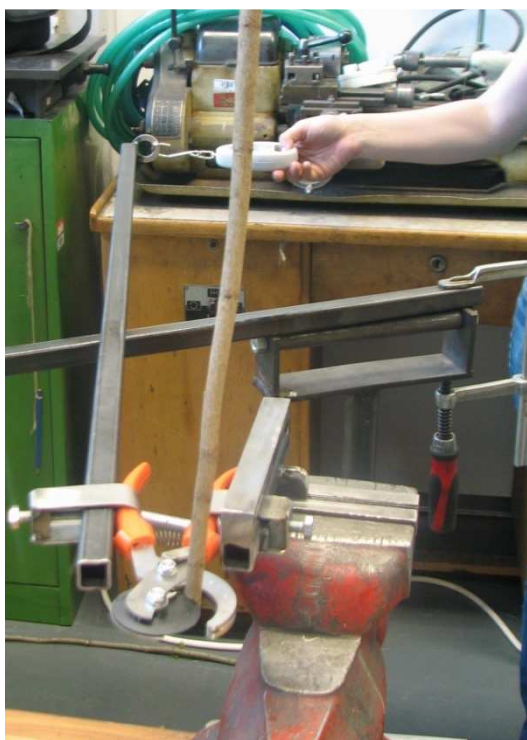
Graf 6: Javor: nůžky jednosečné

Jednotlivé porovnání převodových poměrů u nůžek dvousečných a variantou bez převodu je zobrazeno v grafu 7. Rozdíl mezi velkým a malým převodovým poměrem je 30 - 40 %. Proto na vhodně voleném převodovém poměru velmi závisí.



Graf 7: Porovnání jednotlivých převodových poměrů

Způsob měření sil a upevnění nůžek je znázorněno na obrázku 30. Nůžky jsou v horizontální rovině a větev je vkládána vertikálně. To zajišťuje přesnější měření. Bližší pohled na upevnění nůžek je na obrázku 31.



Obr. 30. Měřicí sestava [1]



Obr. 31. Detailní pohled na upevnění nůžek [1]

6.1.1 Vyhodnocení měření střížné síly

Praktické měření potvrdilo předpoklad, že nucené otáčení řezného kotouče, a tím způsobená tečná síla, snižuje potřebnou střížnou sílu. Důležitý je také vhodně zvolený převodový poměr. Snazší přestřihnoutí větve je kotoučovými nůžkami s větším převodovým poměrem tzv. do pomala, kdy se potřebná tečná síla na řezném kotouči vyvolá při menším působení sil na rukojeti. Kotoučové nůžky s větším převodovým poměrem potřebují na přestřížení větve přibližně o 30 % menší střížnou sílu, než nůžky s malým převodovým poměrem. Při zvětšování převodového poměru se řezný kotouč bude otáčet o menší úhel a bude méně řezat, což může zvyšovat střížnou sílu. Proto budou vyrobeny další kotoučové nůžky s větším převodovým poměrem, aby se zjistilo, o kolik se změní střížná síla v závislosti na převodovém poměru. Naopak lze z grafů zjistit, že při malém převodovém poměru je síla potřebná na přestřížení větve větší, než při stříhání obyčejnými pákovými nůžkami i kotoučovými nůžkami bez nuceného otáčení řezného kotouče.

6.2 Hodnocení kvality stříhu

Kvalita stříhu je velmi důležitá, protože při stříhání živých částí stromů je kvalitnější stříh vždy výhodnější. Dřevina se lépe hojí, pokud je stříh čistý a není částečně, nebo úplně rozdrčený. Kvalita stříhu se bude hodnotit podle čistoty řezu

a míry zbortění okrajů střížné plochy. K měření kvality střížné plochy byly opět použity všechny typy kotoučových nůžek a jeden typ pákových dvousečných nůžek Fiskars.

Nůžky Fiskars



Obr. 32. Střížná plocha nůžky Fiskars [1]

Kvalita střížné plochy u nůžek Fiskars (obr. 32) není moc uspokojující u větších průměru větví. Řez není čistý a okraje střížné plochy jsou místy zbortěné. Takto ustřižené větve jsou pro strom nepříjemné. Hojení rány trvá dlouho a u mladých stromů může způsobit špatný růst.

Kotoučové nůžky

Kotoučové nůžky dvousečné:



Obr. 33. Velký převodový poměr [1]



Obr. 34. Malý převodový poměr [1]

Dvousečné kotoučové nůžky s velkým převodovým poměrem (obr. 33) obstály nejlépe z celého testu kvality stříhu. Řez je čistý a na žádné hraně střížné plochy není zbortění. Nůžky s malým převodovým poměrem dopadly (obr. 34) trochu hůře, ale stále je kvalita stříhu dostačující.

Kotoučové nůžky jednosečné:



Obr. 35. Velké ozubené kolo



Obr. 36. Malé ozubené kolo

Jednosečné nůžky nemají tak kvalitní střižnou plochu jako nůžky dvousečné. Překvapující je, že kvalitnější plocha, v tomto případě, vyšla u nůžek s menším převodovým poměrem (obr 36). Kvalita u jednosečných nůžek s menším převodovým poměrem není tak dobrá, jako u nůžek dvousečných s velkým převodovým poměrem (obr 35). Hrany jsou zde trochu zborcené a u menších průměrů je narušená si střižná plocha. Kvalita stříhu u nůžek s velkým převodovým poměrem dopadla velmi špatně. Střižná plocha je v nedostatečném stavu a u menších průměrů dochází k velkému bortění.

Kotoučové nůžky při zastaveném ozubeném kole:



Obr. 37. Dvousečné nůžky



Obr. 38. Jednosečné nůžky

Kvalita stříhu je výborná u nůžek dvousečných (obr 37). V jednom ze tří stříhů je kvalita trochu horší, než u nůžek dvousečných s větším převodovým poměrem. Špatně dopadly nůžky jednosečné (obr 38), kde kvalita stříhu je velmi špatná. Větev má zborcené hrany a střižná plocha je nekvalitní.

Závěr

Praktické měření dokázalo, že pomocná tečná síla při stříhání-řezání materiálu, ať už dřevin, chleba, papíru apod., ulehčuje celkovou potřebnou střížnou sílu a že vhodně zvolený převodový poměr má za následek ještě větší snížení střížné síly. Naopak nevhodně zvolený převodový poměr vše zhorší a střížná síla může být větší, než při zastaveném řezném kotouči.

Kvalita střížné plochy dřeviny jednotlivých typů nůžek je také závislá na převodovém poměru jednotlivých nůžek. Dvousečné nůžky s větším převodovým poměrem mají nejkvalitnější stříh. O trochu horší výsledek měly nůžky dvousečné s menším převodovým poměrem. Přesně opačný výsledek kvality stříhu měly nůžky jednosečné. Menší převodový poměr dopadl v testu lépe než převodový poměr větší. Špatná byla kvalita stříhu u nůžek Fiskars. Tyto nůžky dopadly z celého testu nejhůře.

Celková konstrukce nůžek má jednu menší vadu. Bezpečnostní pojistka sice plní funkci spolehlivě, zato v zavřeném stavu jsou nůžky trochu pootevřené a při špatném zacházení s nůžkami hrozí dotknutí se ostří řezného kotouče a případnému pořezání. Jinak nůžky dopadly v testech velmi dobře. Nejlépe nůžky dvousečné s větším převodovým poměrem.

O konstrukční řešení kotoučových nůžek s hnaným kotoučovým nožem projevila zájem firma ROSTEX s.r.o., proto bude pro uvedené řešení vypracována přihláška užitného vzoru.

Použité zdroje:

Literatura

Stavba a provoz strojů 2 - převody R. Kříž a kolektiv.

Části strojů. Díl 2 - Prof. Ing. Lubomír Pešík, CSc.

Katalog nůžek BAHCO : <http://www.bahco.com/english/catalogue/english.html#/1140/>

Typy nůžek :<http://www.novinky.cz/bydleni/zahrada/171495-vybirate-zahradni-nuzky.html>

<http://www.gardena.com/cz/>

http://www.profiportal.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=389&Itemid=139

obrázky

- [1] Zdroj vlastní
- [2] <http://www.gardena.com/cz/tree-and-shrub-care/secateurs/kovadlinkove-zahradni-nuzky-comfort/>
- [3] <http://www.gardena.com/cz/tree-and-shrub-care/secateurs/zahradni-nuzky-comfort/>
- [4] <http://www.gardena.com/cz/tree-and-shrub-care/secateurs/racnove-nuzky-smartcut-comfort/>
- [5] <http://cze-cz.fiskars.com/Vyroby/Strihani-stromu/Fiskars-Quantum/112330-Nuzky-na-silne-vetve-dvoucepelove-hakova-hlava-M-Quantum-L104>
- [6] <http://www.makitapraha.cz/katalog.php?vyrobce=1&kategorie=130-aku-naradi&zbozi=324>
- [7] <http://www.felco.com/felco/pages/product.page?name=FELCO%208CC>
- [8] <http://www.eban.cz/kramek/eshop/10-1-ZAHRADNICKE-NARADI/129-2-ZAHRADNICKE-NUZKY/5/1826-Zahradnicke-nuzky-21cm-kovane>
- [9] <http://extranet.snaeurope.com/ProdBlock.aspx?sectionID=122&CatalogueID=5>

Seznam příloh

Distanční plech	B059/0-6.4
dosedací plocha	B059-3/13.4
Jistící_plech	B059/0-10.4
Krycí plech na ozubené kolo menší	B059-1/0.1-3
Krycí plech na ozubené kolo větší	B059-2/0-1.3
Kryt na řezný kotouč	B059/0-8.4
Menší_ozubené_kolo	B059-1/0-2.4
Větší ozubené kolo	B059-2/0-2.4
Nasazovací_trn	B059/0-7.4
řezná čelist menší ozubené kolo dvousečné	B059-1/0-3.3
řezná čelist menší ozubené kolo jednosečné	B059-4/0-3.3
řezná čelist větší ozubené kolo Jednosečné	B059-3/0-3.3
řezná čelist větší ozubené kolo dvousečné	B059-2/0-3.3
Výplň	B059-3/0-12.4
Sestava DMP	B059_1/0.3
Sestava DVP	B059_1/0.3
Sestava JMP	B059_1/0.3
Sestava JVP	B059_1/0.3
Čep	B059/0/12.4
Brzda	B059/0/11.4
Distanční kroužek	B059/0/5.4
Sestava M	B059-M/0.3
Sestava držení nůžek	B059-M2/0.3
Nosný plech	B059-M2/0-1.3
Matice	B059-M2/0-2.4